PCT/KR 03/02494
RO/KR 19.11.2003

REC'D 09 DEC 2003
WIPO PCT

대 한 민 국 특 허 청
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출 원 번 호 : 10-2003-0074693
Application Number

출 원 년 월 일 : 2003년 10월 24일
Date of Application: OCT 24, 2003

출 원 인 : 한국전자통신연구원 외 1명
Applicant(s): Electronics and Telecommunications Research Ins

2003 년 11 월 19 일

특 허 청
COMMISSIONER

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

【서지사항】

【서류명】 특허출원서
【권리구분】 특허
【수신처】 특허청장
【제출일자】 2003.10.24
【발명의 명칭】 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법 및 그 장치와, 이를 이용한 동기화 및 셀 탐색 방법과 그 장치
【발명의 영문명칭】 METHOD AND APPARATUS FOR EMBODYING DOWNLINK SIGNAL IN MOBILE COMMUNICATION SYSTEM, AND METHOD AND APPARATUS FOR SYNCHRONIZING AND SEARCHING CELL USING THE SAME

【출원인】
【명칭】 한국전자통신연구원
【출원인코드】 3-1998-007763-8
【지분】 90/100

【출원인】
【명칭】 학교법인 중앙대학교
【출원인코드】 2-1999-024203-0
【지분】 10/100

【대리인】
【명칭】 유미특허법인
【대리인코드】 9-2001-100003-6
【지정된변리사】 이원일
【포괄위임등록번호】 2001-038431-4
【포괄위임등록번호】 2001-042213-6

【발명자】
【성명의 국문표기】 김광순
【성명의 영문표기】 KIM,KWANG SOON
【주민등록번호】 720920-1017317
【우편번호】 305-721
【주소】 대전광역시 유성구 신성동 하나아파트 109동 1203호
【국적】 KR

【발명자】
【성명의 국문표기】 안재영
【성명의 영문표기】 ANH,JAE YOUNG

【주민등록번호】 610224-1558114
【우편번호】 305-761
【주소】 대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 105동 806호
【국적】 KR

【발명자】
【성명의 국문표기】 조용수
【성명의 영문표기】 CHO,YONG SOO
【주민등록번호】 590915-1047122
【우편번호】 137-800
【주소】 서울특별시 서초구 반포2동 1-1 신반포3차아파트 25동 1006호
【국적】 KR

【발명자】
【성명의 국문표기】 김동한
【성명의 영문표기】 KIM,DONG HAN
【주민등록번호】 800706-1411519
【우편번호】 330-933
【주소】 충청남도 천안시 성정1동 324-6
【국적】 KR

【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인
유미특허법인 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	46	면	46,000	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	25	항	909,000	원

【합계】 984,000 원
【감면사유】 정부출연연구기관
【감면후 수수료】 492,000 원

【기술이전】
【기술양도】 희망
【실시권 허여】 희망
【기술지도】 희망

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통 2.지분약정서[추후제출]_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법 및 그 장치와, 이를 이용한 동기화 및 셀 탐색 방법과 그 장치에 관한 것이다. 이동통신시스템에서의 하향링크 한 프레임은 복수의 심볼로 구성되고, 각 복수의 각 심볼마다 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파가 분산 배치되도록 삽입된다. 이 때, 먼저 하향링크 신호의 주기적 프리픽스와 하향링크의 유효 심볼의 자기상관이 최대가 되는 위치를 이용하여 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하고, 추정된 심볼 내에 포함된 파일럿 부반송파를 이용하여 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기를 추정한다. 다음, 셀 탐색의 추정 결과를 이용하여 미세 심볼 동기를 추정하고, 미세 주파수 동기를 추정한 후, 하향링크의 프레임 동기를 추정한다. 그 후, 하향링크의 주파수 및 시간 추적을 수행하고, 하향링크 프레임에 삽입된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용하여 셀 추적을 수행하면서, 파일럿 부반송파를 이용하여 미세 심볼 동기 추적 및 미세 주파수 동기 추적을 반복 수행하여 하향링크 프레임의 주파수 및 시간 추적을 수행한다.

【대표도】

도 1

【색인어】

OFDMA, 셀룰러 시스템, FDD, TDD, 주파수 분할 듀플렉싱, 시분할 듀플렉싱, 동기화, 셀 탐색, 파일럿 부반송파

【명세서】

【발명의 명칭】

이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법 및 그 장치와, 이를 이용한 동기화 및 셀 탐색 방법과 그 장치{METHOD AND APPARATUS FOR EMBODYING DOWNLINK SIGNAL IN MOBILE COMMUNICATION SYSTEM, AND METHOD AND APPARATUS FOR SYNCHRONIZING AND SEARCHING CELL USING THE SAME}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크의 프레임 구조와 이를 구성하는 OFDM 심볼에 삽입되는 파일럿의 구조를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 프레임 구조와 이를 구성하는 OFDM 심볼에 삽입되는 파일럿 부반송파의 구조를 나타낸 도면이다.

도 3a는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호에서 셀의 수가 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합의 가능한 개수보다 적을 경우 셀에 따라 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합을 할당하는 예를 나타낸 도면이다.

도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호에서 셀의 수가 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합의 가능한 개수보다 많을 경우 셀에 따라 최소의 파일럿 부반송파가 겹치도록 파일럿 부반송파 위치 집합을 할당하는 예를 나타낸 도면이다.

도 3c는 다수의 셀을 묶어 형성되는 셀 그룹을 묶어 셀을 배치했을 때, 셀 탐색 과정에서 셀간 간섭을 줄이기 위한 파일럿 부반송파 집합 할당의 다른 구현 예를 나타낸 도면이다.

도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호의 시간 및 주파수 동기화와 셀 탐색을 위한 동기화 순서를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호의 동기화와 셀 탐색 순서에 대한 흐름도이다.

도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호의 시간 및 주파수 동기화와 셀 탐색을 위한 동기화 순서를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호의 동기화와 셀 탐색 순서에 대한 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 기반의 셀룰러 시스템 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호를 이용한 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호를 이용한 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호를 이용한 미세 심볼 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호를 이용한 미세 주파수 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호를 이용한 하향 링크 추적 장치의 개략적인 블록도이다.

도 12는 본 발명의 실시예에 따른 OFDM-FDD 기반의 셀룰러 시스템에서의 단말기의 동기화 장치의 개략적인 블록도이다.

도 13은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM-TDD 기반의 셀룰러 시스템에서의 단말기의 동기화 장치의 개략적인 블록도이다.

도 14는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA 기반의 셀룰러 시스템에서의 기지국의 하향링크 신호 구성 장치의 개략적인 블록도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<19> 본 발명은 이동통신시스템에서의 하향링크 신호의 구성 방법 및 장치와, 이를 이용한 동기화 및 셀 탐색 방법과 그 장치에 관한 것으로, 특히 직교 주파수 분할 다중 접속(OFDMA:Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access)-주파수 분할 듀플렉싱(FDD:Frequency Division Duplexing) 방식 및 직교 주파수 분할 다중 접속-시분할 듀플렉싱(TDD:Time Division Duplexing) 방식의 셀룰러 시스템의 하향링크에 적합한 파일럿 구조 및 이를 이용해 단말기에서 시간 및 주파수 동기화와 셀 탐색을 수행하는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

<20> 일반적으로, 셀룰러(cellular) 시스템에서는 초기 동기를 위해 단말기가 기지국의 신호를 보고 시간 동기와 주파수 동기를 맞출 수 있어야 하고, 또한 셀 탐색을 수행할 수 있어야 한다. 그리고 단말기가 초기 동기를 잡은 이후에는 시간과 주파수를 추적(tracking)할 수 있

어야 하며, 핸드오버(handover)를 위해 인접 셀의 시간, 주파수 동기와 셀 탐색을 수행할 수 있어야 한다.

<21> 기존의 시분할 다중 접속(TDMA, time division multiplexing access) 방식의 셀룰러 시스템인 GSM이나 부호 분할 다중 접속(CDMA, code division multiplexing access) 방식의 셀룰러 시스템인 IS-95, cdma2000, W-CDMA 등에는 초기 동기화, 셀 탐색, 추적(tracking), 인접 셀 탐색이 가능하도록 하향링크가 구성되어 있다.

<22> 예를 들어, W-CDMA에서는 256칩 길이의 P-SCH(primary synchronization channel)와 S-SCH(secondary synchronization channel)를 매 슬롯 시작점에 두어 P-SCH를 사용하여 슬롯 동기를 추정하고 S-SCH를 사용하여 스크램블링 코드 그룹 번호와 프레임 동기를 추정한다. 이때, 각 셀의 매 슬롯에 같은 패턴의 P-SCH를 사용함으로써 동기 추정에 걸리는 시간을 최소화하며, S-SCH는 64개의 다른 스크램블링 코드 그룹마다 다른 패턴을 사용하고 슬롯마다 다른 패턴을 사용함으로써 프레임 동기와 스크램블링 코드 그룹을 추정할 수 있도록 한다. 그리고 P-CPICH(primary common pilot channel)를 이용하여 스크램블링 코드 그룹 내의 8개의 다른 주요 스크램블링 코드 중 하나를 찾고, 이를 이용하여 P-CCPCH(primary common control channel)에 실린 셀 정보를 복조하여 셀의 정보를 획득함으로써 셀 탐색을 완료한다.

<23> 기존의 OFDMA 기반의 시스템으로는 디지털 오디오 방송(DAB), 디지털 비디오 방송(DVB), IEEE 802.11a, Hiperlan/2 등이 있다. 이 중 DAB는 널 심볼과 위상 기준 심볼(phase reference symbol)을 프레임 동기에 사용하고 DVB는 파일럿을 프레임 동기에 사용한다. 또한, IEEE802.11a나 Hiperlan/2에서는 프리앰블을 이용하여 하향링크 버스트(burst)의 동기를 잡도록 한다. 하지만, 기존의 OFDMA 기반의 시스템들은 셀룰러 시스템이 아니기 때문에 OFDMA 기반의 셀룰러 시스템에서 기존의 구조로 동기화 및 셀 탐색을 수행하기는 어렵다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

24> 따라서, 본 발명의 기술적 과제는 상기한 문제점을 해결하고자 하는 것으로, 별도의 프리앰블 (preamble)을 전송하지 않고, 파일럿 부반송파를 이용하여 심볼 동기, 주파수 동기, 셀 탐색, 프레임 동기 등을 순차적으로 적용하여 적은 계산량으로도 OFDMA-FDD 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템에서 하향 링크 동기화 및 셀 탐색을 수행할 수 있도록 하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법 및 그 장치와, 이를 이용한 동기화 및 셀 탐색 방법과 그 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

25> 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 하나의 특징에 따른 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법은,

26> 직교 주파수 분할 다중 접속-주파수 분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 구성하는 방법으로서,

7> a) 상기 하향링크의 한 프레임을 복수의 심볼로 구성하는 단계; 및 b) 상기 복수의 각 심볼마다 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파 ― 여기서 파일럿 부반송파 중 일부는 단말기에서 시간 동기, 주파수 동기 및 셀 탐색을 수행하는 기준이 됨 ― 가 분산 배치되도록 삽입하는 단계를 포함한다.

8> 본 발명의 다른 특징에 따른 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법은,

9> 직교 주파수 분할 다중 접속-시분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 구성하는 방법으로서,

<30> a) 상기 하향링크의 한 프레임－여기서 하향링크의 한 프레임은 연속되는 상향링크의 한 프레임과 함께 상기 이동통신시스템에서의 하나의 프레임을 구성함－을 복수의 심볼로 구성하는 단계; 및 b) 상기 복수의 각 심볼마다 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파－여기서 파일럿 부반송파 중 일부는 단말기에서 시간 동기, 주파수 동기 및 셀 탐색을 수행하는 기준이 됨－가 분산 배치되도록 삽입하는 단계를 포함한다.

<31> 여기서, 상기 파일럿 부반송파는 시간 영역에서는 일정한 간격으로, 주파수 영역에서는 불규칙적인 간격으로 삽입되는 것이 바람직하다.

<32> 또한, 상기 파일럿 부반송파는 셀마다 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합에 따라 삽입되는 것이 바람직하다.

<33> 또한, 상기 셀의 전체 수가 상기 고유한 파일럿 부반송 위치 집합의 가능한 수보다 많은 경우, 인접한 셀에 대해서는 서로 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합을 할당하고, 서로 인접하지 않는 셀에 대해서는 최소의 부반송파가 겹치도록 파일럿 부반송파 위치 집합을 할당하는 것이 바람직하다.

<34> 또한, 각 셀마다 전체 부반송파 수를 상기 전체 셀의 수로 나눈 수의 고유한 파일럿 부반송파를 할당하고, 부족한 파일럿 부반송파에 대해서는, 상기 전체 셀을 다수의 셀을 포함하는 여러 개의 셀 그룹으로 분할한 후, 서로 다른 그룹에서 동일한 위치에 있는 모든 셀에 상기 고유하게 할당된 파일럿 부반송파의 일부를 할당하여 각 셀의 파일럿 부반송파 위치 집합을 구성하는 것이 바람직하다.

<35> 또한, 상기 하향링크의 프레임과 상기 상향링크의 프레임을 구분하기 위해 상기 하향링크 프레임에 적용되는 파일럿 부반송파 위치 집합은 상기 상향링크 프레임에 적용되는 파일럿 부반송파 위치 집합과 서로 구별되도록 정해지는 것이 바람직하다.

<36> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 장치는,

<37> 직교 주파수 분할 다중 접속-주파수 분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 구성하는 장치로서,

<38> 외부로부터 입력되는 셀 번호 정보에 따른 파일럿 심볼 패턴－여기서 파일럿 심볼 패턴은 상기 하향링크의 프레임이 복수의 심볼로 구성되는 경우, 상기 복수의 각 심볼에 삽입되는 패턴임－과 파일럿 부반송파 위치 집합 패턴－여기서 파일럿 부반송파 위치 집합 패턴은 셀마다 고유하며, 상기 복수의 심볼마다 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 분산 배치되고 단말기에서 시간 동기, 주파수 동기 및 셀 탐색을 수행하는 기준이 되는 다수의 파일럿 부반송파를 포함함－을 생성하는 파일럿 발생기; 및 외부로부터 입력되는 트래픽 데이터 정보에 대해, 상기 파일럿 발생기에서 생성된 파일럿 심볼 패턴과 파일럿 부반송파 위치 집합 패턴에 기초하여 시간과 주파수로 매핑시켜 상기 이동통신시스템의 송신장치로 출력하는 심볼 매핑기를 포함한다.

39> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 이동통신시스템에서의 하향링크 초기 동기화 및 셀 탐색 방법은,

40> 직교 주파수 분할 다중 접속-주파수 분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 초기 동기화하고 셀을 탐색하는 방법으로서,

<41> 상기 하향링크 신호의 한 프레임은 각각 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파가 분산 배치되도록 삽입된 복수의 심볼을 포함하며, a) 상기 하향링크 신호의 주기적 프리픽스(Cyclic Prefix)와 상기 하향링크의 유효 심볼의 자기상관이 최대가 되는 위치를 이용하여 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하는 단계; b) 상기 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기가 추정된 심볼 내에 포함된 파일럿 부반송파를 이용하여 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기를 추정하는 단계; c) 상기 셀 탐색의 추정 결과를 이용하여 미세 심볼 동기를 추정하는 단계; d) 상기 셀 탐색의 추정 결과를 이용하여 미세 주파수 동기를 추정하는 단계; 및 e) 상기 하향링크의 프레임 동기를 추정하는 단계를 포함한다.

<42> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 이동통신시스템에서의 하향링크 초기 동기화 및 셀 탐색 방법은,

<43> 직교 주파수 분할 다중 접속-시분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 초기 동기화하고 셀을 탐색하는 방법으로서,

<44> 상기 하향링크 신호의 한 프레임-여기서 하향링크의 한 프레임은 연속되는 상향링크의 한 프레임과 함께 상기 이동통신시스템에서의 하나의 프레임을 구성함-은 각각 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파가 분산 배치되도록 삽입된 복수의 심볼을 포함하며, a) 상기 하향링크 신호의 주기적 프리픽스(Cyclic Prefix)와 상기 하향링크의 유효 심볼의 자기상관이 최대가 되는 위치를 이용하여 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하는 단계; b) 상기 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기가 추정된 심볼 내에 포함된 파일럿 부반송파를 이용하여 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크를 추정하는 단계; c) 상기 셀 탐색의 추정 결과를 이용하여 하향링크를 추적하는 단계; d) 상기 셀 탐색의 추정 결과를 이용하여 미세 심

볼 동기를 추정하는 단계; e) 상기 셀 탐색의 추정 결과를 이용하여 미세 주파수 동기를 추정하는 단계; 및 f) 상기 하향링크의 프레임 동기를 추정하는 단계를 포함한다.

<45> 여기서, 상기 하향링크의 프레임 동기 추정 단계 후에, i) 상기 하향링크의 주파수 및 시간 추적을 수행하는 단계; ii) 상기 하향링크 프레임에 삽입된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용하여 셀 추적을 수행하는 단계; iii) 상기 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용하여 심볼 동기 추적을 수행하는 단계; 및 iv) 상기 파일럿 부반송파를 이용하여 미세 주파수 동기를 추적하는 단계를 더 포함하며, 상기 i), ii), iii) 및 iv) 단계를 반복 수행하여 상기 하향링크 프레임의 주파수 및 시간 추적을 수행한다.

<46> 여기서, 상기 b) 단계에서 하향링크 추정시 상향링크로 추정되는 경우, 상기 하향링크 신호의 동기화 과정을 중지하고, 일정 심볼 구간 후에, 상기 a) 단계 내지 상기 f) 단계를 반복하는 것이 바람직하다.

<47> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치는,

<48> 직교 주파수 분할 다중 접속-주파수 분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 동기화하는 장치로서,

<49> 상기 하향링크 신호의 한 프레임은 각각 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파가 분산 배치되도록 삽입된 복수의 심볼을 포함하며, 상기 하향링크 신호의 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하고, 상기 추정된 결과와 상기 셀 정보 저장기에 저장된 정보를 이용하여 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 추정, 미세 심볼 동기 추정, 미세 주파수 동기 추정 및 프레임 동기 추정을 수행하는 초기 동기 추정기; 상기 초기 동기 추정기에 의해 초기 동기화 동작이 수행된 후

상기 이동통신시스템 내에 포함된 각 셀에 대한 정보를 저장하는 셀 정보 저장기; 및 상기 셀마다 고유하게 할당된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용해서 셀 추적, 미세 심볼 동기 추적 및 미세 주파수 동기 추적을 수행하는 추적기를 포함한다.

<50> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치는,

<51> 직교 주파수 분할 다중 접속-시분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 초기 동기화하고 셀을 탐색하는 방법으로서,

<52> 상기 하향링크 신호의 한 프레임-여기서 하향링크의 한 프레임은 연속되는 상향링크의 한 프레임과 함께 상기 이동통신시스템에서의 하나의 프레임을 구성함-은 각각 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파가 분산 배치되도록 삽입된 복수의 심볼을 포함하며, 상기 하향링크 신호의 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하고, 상기 추정된 결과와 상기 셀 정보 저장기에 저장된 정보를 이용하여 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 추정, 하향링크 추정, 하향링크 추적, 미세 심볼 동기 추정, 미세 주파수 동기 추정 및 프레임 동기 추정을 수행하는 초기 동기 추정기; 상기 초기 동기 추정기에 의해 초기 동기화 동작이 수행된 후 상기 이동통신시스템 내에 포함된 각 셀에 대한 정보를 저장하는 셀 정보 저장기; 및 상기 셀마다 고유하게 할당된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용해서 셀 추적, 미세 심볼 동기 추적 및 미세 주파수 동기 추적을 수행하는 추적기를 포함한다.

<53> 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다.

<54> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 직교 주파수 분할 다중 접속(OFDMA)-주파수 분할 듀플렉싱(FDD:Frequency Division Duplexing) 및 시간 분할 듀플렉싱(TDD:Time Division Duplexing) 기반 시스템에서의 하향링크 신호의 구성 및 이 신호를 이용한 동기화 및 셀 탐색에 대해서 상세하게 설명한다.

<55> 먼저, 도 1을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 기반의 하향링크 신호의 구성에 대해 설명한다.

<56> 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크의 프레임 구조와 이를 구성하는 OFDM 심볼에 삽입되는 파일럿의 구조를 나타낸 도면이다.

<57> 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 하향링크 신호의 한 프레임(120)은 별도의 프리앰플없이 Ts의 심볼 주기를 갖는 OFDM 심볼(110) Np개로 구성된다.

<58> 프레임(120)을 구성하는 모든 OFDM 심볼(110)은 시간과 주파수의 축으로 이루어진 2차원 영역에서 데이터로 이루어지는 트래픽 부반송파(111)와 송수신단 사이에 미리 약속된 값들로 이루어진 파일롯 부반송파(112)로 구성된다.

<59> 파일럿 부반송파(112)는 시간과 주파수 축으로 분산되어 있는 2차원 영역에서 특히 시간에 대해 일정하고, 주파수 영역에 대해서는 불규칙적인 간격을 가지며, 셀마다 고유하게 할당된 파일럿 부반송파(112)의 위치 집합에 따라 전송되며, 단말기에서는 이러한 파일럿 부반송파(112)를 사용해서 시간 동기, 주파수 동기 및 셀 탐색을 수행할 수 있다.

<60> 도 1에서는 본 발명의 요지를 흐릴 수 있어 채널 추정을 위하여 삽입되는 파일럿 부반송파를 표시하지 않았으며, 이는 파일럿 부반송파를 사용하는 일반적인 OFDM 시스템과 유사하게 구성될 수 있다.

<61> 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 프레임 구조와 이를 구성하는 OFDM 심볼에 삽입되는 파일럿 부반송파의 구조를 나타낸 도면이다.

<62> 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 한 프레임(220)은 하향링크 부프레임(221) 및 상향링크 부프레임(222)을 포함한다.

<63> 하향링크 부프레임(221)은 Ts의 심볼 주기를 갖는 하향링크 OFDM 심볼(210) Nd개로 구성되며, 동일 기지국에 속해 있는 단말기들이 전송하는 상향링크 부프레임(222)과 함께 Tp의 시간 길이를 갖는 하나의 프레임(220)을 구성한다.

<64> 하향링크 부프레임(221)을 구성하는 모든 하향 링크 OFDM 심볼(210)은 시간과 주파수의 축으로 이루어진 2차원 영역에서 데이터로 이루어지는 트래픽 부반송파(211)와 송수신단 사이에 미리 약속된 값들로 이루어진 파일롯 부반송파(212)로 구성된다.

<65> 파일럿 부반송파(212)는 시간과 주파수축으로 분산되어 있는 2차원 영역에서 특히 시간에 대해 일정하고, 주파수 영역에서 불규칙적인 간격을 가지며, 상향링크 부프레임(222)의 파일럿 부반송파 위치 집합과 구별되고, 셀마다 고유하게 할당된 파일럿 부반송파(212) 위치 집합에 따라 전송되며, 단말기에서는 이러한 파일럿 부반송파(212)를 이용해서 시간 동기, 주파수 동기 및 셀 탐색을 수행할 수 있다.

<66> 도 2에서는 본 발명의 요지를 흐릴 수 있어 채널 추정을 위하여 삽입되는 파일럿 부반송파는 표시하지 않았으며, 이는 파일럿 부반송파를 사용하는 일반적인 OFDM 시스템과 유사하게 구성될 수 있다.

<67> 다음, 도 3a 및 도 3b를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 및 OFDMA-TDD 기반의 하향링크 신호에서 셀별로 파일럿 부반송파 위치 집합을 할당하는 방법에 대해 설명한다.

<68> 도 3a는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향 링크 신호에서 셀의 수가 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합의 가능한 개수보다 적을 경우 셀에 따라 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합을 할당하는 예를 나타낸 도면이고, 도 3b는 셀의 수가 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합의 가능한 개수보다 많을 경우 셀에 따라 최소의 파일럿 부반송파가 겹치도록 파일럿 부반송파 위치 집합을 할당하는 예를 나타낸 도면이다.

<69> 도 3a에 도시된 바와 같이, 셀의 수가 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합의 가능한 수보다 적을 경우, 즉 셀의 수가 주파수 영역에서 사용된 부반송파 수를 파일럿 부반송파의 수로 나눈 값보다 작을 경우, 각 셀의 하향링크를 구성하는 모든 OFDM 심볼(310)은 주파수 영역에서 일정한 수를 갖고 불규칙적인 간격으로 분포되며, 셀마다 고유한 파일럿 부반송파(311) 위치 집합으로 셀마다 고유한 파일럿 심볼 패턴을 전송할 수 있다.

<70> 반면에, 도 3b에 도시된 바와 같이, 셀의 수가 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합의 가능한 개수보다 많을 경우, 즉 셀의 수가 주파수 영역에서 사용된 부반송파 수를 파일럿 부반송파의 수로 나눈 값보다 클 경우, 심볼의 주파수 영역에서 불규칙적인 간격으로 분포되며 셀마다 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합을 구성할 수 없게 되어 셀마다 서로 겹치는 파일럿 부반송파가 존재하게 되고, 이와 같이 셀마다 겹치는 파일럿 부반송파에 의해 셀 탐색 과정에서 인접 셀의 간섭을 받을 수 있다.

<71> 따라서 셀 탐색 과정에서 인접 셀의 간섭을 줄이기 위한 방법으로, 단말기가 속해 있는 셀과 인접한 셀에 대해서는 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합을 가지도록 하고, 단말기가 속해 있는 셀과 인접하지 않고 원거리에 있는 셀에 대해서는 단말기가 속한 셀과 최소의 파일럿 부반송파가 겹치도록 파일럿 부반송파 위치 집합을 구성하도록 할 수 있다.

<72> 또한, 도 3b에는 다수의 셀(321)을 묶어 형성되는 셀 그룹(320)을 묶어 셀을 배치했을 때, 셀 탐색 과정에서 셀간 간섭을 줄이기 위한 파일럿 부반송파 집합 할당의 구현 예가 도시되어 있다.

<73> 심볼의 주파수 영역에서 널 부반송파를 제외하고 사용되는 총 부반송파 수를 Nu라 하고, 이 부반송파를 사용해서 Np개의 파일럿 부반송파(330)를 가지는 파일럿 부반송파 위치 집합을 Nf개 만들 경우, 각 셀(321)에는 우선 Nu/Nf개의 파일럿 부반송파 위치 집합을 고유하게 할당하고, 나머지 Np-Nu/Nf개의 파일럿 부반송파(331)는 다른 셀 그룹(320)의 같은 위치에 있는 셀들에 할당된 파일럿들을 적절히 선택하여 다른 셀과 최소로 겹치도록 구성한다.

<74> 상기와 같이 파일럿 부반송파 위치 집합을 각 셀에 할당할 경우, 각 셀은 인접한 셀과 서로 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합을 가지게 되어 셀 탐색 과정에서 인접셀의 간섭을 받지 않으며, 인접하지 않은 원거리의 셀의 파일럿 부반송파 위치 집합은 단말기가 속해 있는 셀과 일부 파일럿 부반송파가 겹치지만 큰 신호 감쇄에 의해 셀 탐색 과정에서 셀 간섭을 무시할 수 있게 된다.

<75> 도 3c에는 다수의 셀(341)을 묶어 형성되는 셀 그룹(340)을 묶어 셀을 배치했을 때, 셀 탐색 과정에서 셀간 간섭을 줄이기 위한 파일럿 부반송파 집합 할당의 다른 구현 예가 도시되어 있다.

<76> 먼저, Nu/Np>=g인 소수 g를 선택한다. 그리고, Nu개의 부반송파 중에서 gNp개의 부반송파를 선택하여 이를 K라 하고, K안의 부반송파를 $f_{K,0}$, $f_{K,1}$, ... , $f_{K,gNp-1}$이라 한다.

<77> 다음 G<=g개의 셀을 묶어 하나의 셀 그룹을 형성하고, 셀 그룹 i에 기본 시퀀스 $h_{i\,mod\,g}$를 할당한다. 여기서, $h_i=\{h_i(k),\ k=0,...,Np-1\}$이고, $h_i(k)=v(k)+(ik)mod\,g$이다. 또한,

$v=\{v(k),k=0,...,Np-1\}$는 0에서 g-1까지의 값을 갖는 미리 정해진 유사랜덤(pseudorandom) 시퀀스이다. 그리고, i번째 셀 그룹의 j(j=0,..,G-1)번째 셀에는 $K_{ig+j}=\{f_{K,r}|r=kg+(h_{i\,mod\,g}(k)+j)mod\,g\}$인 부반송파를 사용하여 파일럿을 전송한다. 그러면, 셀 그룹 번호를 g로 나눈 나머지가 같은 셀 그룹을 최대한 멀리 배치하면, 셀 그룹 내의 셀끼리는 파일럿 부반송파의 위치가 겹치지 않으며, 셀 그룹 번호를 g로 나눈 나머지가 다른 셀 그룹의 두 셀 끼리는 $\lceil N_f/g \rceil$개의 파일럿만 겹치게 된다.

<78> 마지막으로, 셀 그룹 번호를 g로 나눈 나머지가 같은 셀 그룹의 셀 번호가 다른 두 셀은 서로 겹치지 않으며, 셀 그룹 번호를 g로 나눈 나머지가 같은 셀 그룹의 셀 번호가 같은 두 셀은 같은 파일럿 부반송파를 사용하게 되나, 큰 신호 감쇄에 의해 간섭을 받지 않게 된다.

<79> 한편, 상기 예에서 Nu/Nf=<g인 소수 g를 선택하고, 상기와 같은 방법으로 구성한 후, Nu 개의 송신 부반송파에 들어있지 않은 부반송파에서는 천공(puncturing)하여 송신을 하지 않을 수도 있다.

<80> 도 3c에 도시된 예에서는 g=29, G=28인 경우이며, a1~d7은 셀 그룹 번호의 g로 나눈 나머지가 각각 0~28임을 나타낸다.

<81> 이와 같이, 본 발명의 실시예에서는 각 셀마다 불규칙적인 간격을 갖고 셀마다 서로 겹치지 않거나 또는 최소의 파일럿 부반송파가 겹치로록 하는 파일럿 부반송파를 이용하여 셀간 간섭을 최소화함으로써 추후 수행되는 동기화 및 셀 탐색이 보다 효과적으로 이루어질 수 있다.

<82> 이하, 도 4a 내지 도 11을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 및 TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호의 동기화 및 셀 탐색 방법에 대해 상세하게 설명한다.

<83> 도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호의 시간 및 주파수 동기화와 셀 탐색을 위한 동기화 순서를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 4b는 동기화와 셀 탐색 순서에 대한 흐름도이다.

<84> 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이, 초기 동기화를 위해, 먼저 시간 영역에서 하향링크 OFDM 송신 신호의 주기적 프리픽스(CP:Cyclic Prefix)를 이용하여 초기 심볼 동기와 초기 주파수 동기가 추정된다(S410). 다음, 동기가 추정된 심볼 내에 포함된 파일럿 부반송파를 이용하여 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기가 추정된다(S420). 다음, 추정된 셀 탐색값을 이용하여 미세 심볼 동기가 추정된다(S430). 마찬가지로, 추정된 셀 탐색값을 이용하여 미세 주파수 동기가 추정된다(S440). 그 후, 프레임 동기가 추정된다(S450).

<85> 초기 동기화를 수행한 다음에 셀과 시간 및 주파수가 추적된다. 먼저, 셀마다 다르게 할당된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용하여 셀 추적이 수행된다(S460). 다음, OFDM 수신 신호를 고속 푸리에 변환(FFT) 또는 이산 푸리에 변환(DFT)하여 얻은 주파수 영역 신호와 미리 알고 있는 파일럿 부반송파간의 상호 상관 함수를 역 고속 푸리에 변환(IFFT)하여 최대값의 위치를 탐색하여 시간 추적이 수행된다(S470). 다음, 연속하여 수신된 두 주파수 영역 OFDM 심볼의 파일럿 부반송파 사이의 위상차를 이용하여 미세 주파수 추적이 수행된다(S480). 미세 주파수 추적 단계(S480) 후에 프레임이 끝났는 지의 여부를 판단하여(S490), 프레임이 끝나지 않았으면 계속 미세 주파수 동기 추적 단계(S480)이 반복되고, 만약 프레임이 끝났으면, 다시 셀 추적 단계(S460), 시간 추적 단계(S470) 및 주파수 추적 단계(S480)가 반복되어 셀과 시간 및 주파수 추적이 수행된다.

<86> 도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호의 시간 및 주파수 동기화와 셀 탐색을 위한 동기화 순서를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 5b는 동기화와 셀 탐색 순서에 대한 흐름도이다.

<87> 초기 동기화를 위해, 먼저 시간 영역에서 수신된 하향 링크 OFDM 송신 신호의 Cyclic Prefix(CP)를 이용하여 초기 심볼 동기와 초기 주파수 동기가 추정된다(S510). 다음, 파일럿 부반송파를 이용하여 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정이 수행된다(S520). 다음, 추정된 셀 탐색값을 이용하여 하향링크가 추적된다(S530). 상기 하향링크가 추적되는 중에, 추정된 셀 탐색값을 이용하여 미세 심볼 동기가 추정된다(S540). 마찬가지로, 상기 하향링크가 추적되는 중에, 추정된 셀 탐색값을 이용하여 미세 주파수 동기가 추정된다(S550). 그 후, 프레임 동기가 추정된다(S560).

<88> 초기 동기화를 수행한 다음에 셀과 시간 및 주파수가 추적된다. 먼저, 셀마다 다르게 할당된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용해서 셀 추적이 수행된다(S570). 다음, OFDM 수신 신호를 FFT 또는 DFT해서 얻은 주파수 영역 신호와 미리 알고 있는 파일럿 부반송파 간의 상호 상관 함수를 역 고속 푸리에 변환(IFFT)하여 최대값의 위치를 탐색하여 시간 추적이 수행된다(S580). 다음, 연속하여 수신된 두 주파수 영역 OFDM 심볼의 파일럿 반송파 사이의 위상차를 이용하여 미세 주파수 추적이 수행된다(S590). 미세 주파수 추적 단계(S590) 후에 프레임이 끝났는 지의 여부를 판단하여(S600), 프레임이 끝나지 않았으면 계속 미세 주파수 동기 추적 단계(S590)이 반복되고, 만약 프레임이 끝났으면, 다시 프레임 동기 단계(S560), 셀 추적 단계(S570), 시간 추적 단계(S580) 및 주파수 추적 단계(S590)가 반복되어 프레임 동기와 셀과 시간 및 주파수 추적이 수행된다.

<89> 상기의 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 시간 및 주파수 동기와 셀 탐색을 위한 초기 동기화 과정에서 단말기는 하향링크 신호와 인접 단말기들의 상향링크 신호를 연속해서 수신하게 되며, 상향링크 신호를 사용하여 동기를 수행할 경우 올바르지 않은 시간과 주파수의 값을 추정하게 된다. 이는 셀내의 단말기들의 분포가 랜덤하므로 초기 동기를 수행하는 단말기는 랜덤한 시작 위치를 갖는 다수의 다른 단말기의 상향링크 신호의 합을 수신하게 되어 타이밍 추정 성능에 열화가 발생하기 때문이다. 이와 같은 현상은 주파수 옵셋의 추정 과정에서도 성능 열화로 작용하며, 또한 셀 내의 모든 단말기의 상향링크 신호는 각각의 다른 주파수 옵셋과 도플러 천이를 경험하게 되어 초기 동기를 수행하는 단말기가 기지국과의 주파수 옵셋을 추정하기 어렵다.

<90> 따라서 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템은 단말기가 연속해서 하향링크 신호만 수신하는 OFDMA-FDD 기반의 셀룰러 시스템과 다른 시간 및 주파수 동기를 수행하는 초기 동기화 과정이 요구된다. 이에 본 발명의 실시예에서는 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 시간 및 주파수 동기와 셀 탐색을 위한 초기 동기화 과정(S510, S520)에서 단말기는 수신하는 신호에 대해 하향링크 신호 확인 과정(S525)을 거쳐서, 수신 신호가 하향링크 신호인지를 판단하여 하향링크 수신 신호에 대해서만 초기 동기가 수행되도록 한다. 만약 OFDM-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 초기 동기 과정에서 OFDM 수신 신호가 상향링크로 추정될 경우, 단말기는 현재 수행중인 동기 과정을 종료하고, 일정 심볼 구간 후에 상기의 초기 심볼 동기 및 주파수 동기 단계(S510)부터 다시 수행하게 된다.

<91> 또한, 하향링크 추정 이후 단말기는 계속해서 수신신호에 대해 하향링크 추적 과정(S530, S540, S550)을 수행하며, 초기 동기 과정을 완료하고, 수신하는 신호에 대해 하향링크 신호 확인 과정(S555)을 거쳐서, OFDM 수신 신호가 상향링크로 추정되면 단말기는 다음의 하향

링크 부프레임에 대해 셀과 시간 및 주파수에 대해 추적 과정(S560 내지 S590)을 수행하게 된다. 만약, OFDM 수신 신호가 하향링크로 추정되면, 단말기는 계속해서 하향링크 추적 과정(S530 내지 S550)을 수행한다.

<92> 한편, 초기 동기 과정이 수행 중인 상황에서 OFDM 수신 신호가 상향링크로 추정된 경우에는 단말기는 현재 수행중인 동기 과정을 종료하고 일정 심볼 구간 후에 상기의 초기 심볼 동기 및 주파수 동기 단계(S510)부터 다시 수행하게 된다.

<93> 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 기반의 셀룰러 시스템 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

<94> 도 6에 도시된 바와 같이, 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정 장치는 지연기(410), 켤레복소수생성기(420), 곱셈기(430), 이동 평균기(440, 460), 전력 검출기(450), 정규화기(470), 비교기(480) 및 주파수 옵셋 추정기(490)를 포함한다.

<95> 초기 심볼 동기는 1개의 OFDM 심볼 구간 동안 OFDM 심볼의 Cyclic Prefix (CP)와 유효 OFDM 심볼의 자기 상관이 최대가 되는 위치를 추정한다.

<96> 구체적으로, OFDM 수신 신호($y(n+l+N)$)는 지연기(410)에서 유효 OFDM 심볼의 길이(N)만큼 지연되고, 켤레복소수생성기(420)에서 생성된 지연된 신호의 켤레복소수값($y^*(n+l)$)은 곱셈기(430)에서 수신신호와 곱해져서 상관값 $y^*(n+l)y(n+l+N)$ 을 출력하고, 이동 평균기(440)는 상관값의 이동 평균($\sum_{l=0}^{N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N)$)을 계산한다.

<97> 한편, 이동 평균기(460)는 전력 검출기(450)에서 검출된 신호 전력의 이동 평균($\sum_{l=0}^{N_{CP}-1} |y(n+l+N)|^2$)을 계산하고, 정규화기(470)는 이동 평균기(440)에 의한 상관값의 이동 평균(

$\sum_{l=0}^{N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N)$)을 이동 평균기(460)에 의한 신호 전력의 이동 평균($\sum_{l=0}^{N_{CP}-1} |y(n+l+N)|^2$)으로 정규화된다. 비교기(480)는 정규화기(470)에 의해 정규화된 상관값을 최대로 하는 점을 심볼 타이밍($\hat{\tau}_m$)으로 결정하여 초기 심볼 동기를 추정한다. 그리고, 상기의 과정을 M 심볼에 대해 반복해서 추정하면 초기 심볼 동기의 추정 성능이 향상된다. 초기 심볼 동기 추정 과정에서 추정된 심볼 타이밍($\hat{\tau}_m$)과 M회 반복해서 추정된 심볼 타이밍($\hat{\tau}_i$)은 다음의 [수학식 1]과 같이 주어진다.

:98> 【수학식 1】 $\hat{\tau}_m = \max_n \left\{ \left| \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N) \right| / \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} |y(n+l+N)|^2 \right\}$, $0 \leq n \leq N_{sym}$

:99> $$\hat{\tau}_i = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \hat{\tau}_m}{M}$$

00> 여기서, $\hat{\tau}_i$는 초기 심볼 타이밍이고, N_{sym}은 OFDM 심볼 길이이며, y(n)은 OFDM 수신 신호이고, N_{CP}는 OFDM 심볼의 CP 길이이며, N은 OFDM 심볼의 유효 OFDM 심볼 길이($N=N_{sym}-N_{CP}$)이다.

01> 다음, 초기 주파수 동기는 상기에서 추정한 초기 심볼 동기 추정값($\hat{\tau}_m$)을 사용하며, 자기 상관값의 이동 평균이 최대가 되는 심볼의 시작점($\hat{\tau}_m$)에서부터 OFDM 심볼의 마지막 CP까지의 이동 평균의 위상값을 추정한다. 이것은 주파수 옵셋 추정기(490)에 의해 수행되며, 주파수 옵셋 추정기(490)는 정규화기(470)의 출력과 비교기(480)의 출력을 받아서 주파수 옵셋($\hat{\varepsilon}_m$)을 추정한다. 그리고, 앞에서 설명한 과정을 M 심볼에 대해 반복해서 추정하면 초기 주파수 동기의 추정 성능이 향상된다. 초기 주파수 동기 추정 과정에서 추정된 주파수 옵셋($\hat{\varepsilon}_m$)과 M회 반복해서 추정된 초기 주파수 옵셋($\hat{\varepsilon}_I$)은 [수학식 2]와 같이 주어진다.

102> 【수학식 2】

$$\hat{\varepsilon}_m = \arg\left\{ \sum_{l=\hat{\tau}_m}^{\hat{\tau}_m+N_{CP}-1} y^*(n+l)y(n+l+N) / \sum_{l=0}^{N_{CP}-1} \left|y(n+l+N)\right|^2 \right\}$$

103>

$$\hat{\varepsilon}_{\mathrm{I}} = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \hat{\varepsilon}_{\mathrm{m}}}{M}$$

104> 여기서, $\hat{\varepsilon}_{\mathrm{I}}$는 초기 주파수 옵셋이고, $\hat{\tau}_m$는 m번째 심볼 구간에서 추정된 심볼 타이밍이며, y(n)은 OFDM 수신 신호이다.

105> 한편, 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정 장치가 보호 구간과 유효 OFDM 심볼의 자기 상관을 사용하여 심볼 동기와 주파수 동기를 수행하므로, 도 6에 도시된 바와 같이, 지연기(410), 켤레복소수생성기(420), 곱셈기(430), 이동 평균기(440, 460), 전력 검출기(450) 등을 공유하여 하나의 장치로 구성할 수 있다. 또한, 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정 장치는 전용 하드웨어로 또는 범용 처리 장치에 소프트웨어로 또는 두 가지를 모두 함께 사용하여 구현할 수 있다.

106> 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호를 이용한 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

107> 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정 장치는 FFT기(510), 심볼 지연기(520), 파일럿 패턴 저장기(530), 자기 상관기(540) 및 비교기(550)를 포함한다.

108> 먼저, FFT기(510)는 수신되는 OFDM 수신 신호를 고속 푸리에 변환 또는 이산 푸리에 변환하여 주파수 영역의 신호($Y_i[k]$)를 출력한다. 심볼 지연기(520)는 FFT기(510)의 출력 신호를 한 심볼 지연한 신호($Y_{i-1}[k]$)를 출력하고, 파일럿 패턴 저장기(530)는 입력된 셀 번호에

따른 파일럿 부반송파 위치 집합을 출력하며, 자기 상관기(540)는 심볼 지연기(520)에서 한 심볼 지연된 신호와 파일럿 패턴 저장기(530)에서 출력되는 파일럿 부반송파 위치 집합을 사용하여 가능한 정수배 주파수 옵셋 발생 범위에서 자기 상관을 수행한 결과 신호($Y_i[k]\cdot Y_{i-1}^{*}[k]$)를 출력한다. 다음, 비교기(550)는 자기 상관기(540)에서 자기 상관된 값을 최대로 하는 셀의 파일럿 부반송파 위치 집합을 찾아 셀을 추정한다. 셀 탐색 추정 과정에서 추정된 셀 탐색 추정값은 다음의 [수학식 3]과 같이 주어진다.

.09>

【수학식 3】

$$\widehat{CN} = \max_{CN}\left\{\max_{l}\left\{\left|\sum_{k\subset\{\{K_{CN}\}+l\}} Y_i[k]\cdot Y_{i-1}^{*}[k]\right|\right\}\right\} \quad -\varepsilon_{I_{max}} \le l \le \varepsilon_{I_{max}}$$

10> 여기서, $\widehat{CN}$는 셀 탐색 추정값 이고, CN은 셀 번호이며, $\{K_{CN}\}$은 셀 번호에 따른 파일럿 부반송파 위치 집합이고, $\varepsilon_{I_{max}}$는 최대 발생 가능한 정수배 주파수 옵셋이며, $Y_i[k]$는 i번째 시간에 FFT된 신호의 k번째 부반송파이다.

11> 한편, 정수배 주파수 동기는 상기에서 계산된 셀 탐색 추정값($\widehat{CN}$)과 수신된 주파수 영역 신호와 이를 한 심볼 지연한 신호의 자기 상관을 이용하며, 정수배 주파수 옵셋에 의해 발생한 부반송파의 순환 이동(cyclic shift)량을 추정한 셀의 파일럿 부반송파 위치 집합을 이동시켜 얻은 자기 상관값을 최대로 하는 점을 이용해서 추정한다. 이 때, 정수배 주파수 동기 추정에서 상기 FFT기(510), 심볼 지연기(520), 파일럿 패턴 저장기(530), 자기 상관기(540) 및 비교기(550)를 사용한 셀 탐색 과정이 필요한 연산 과정이므로, 셀 탐색 과정과 정수배 주파수 동기 추정 과정이 하나의 과정으로 수행되며 또한 도 7에 도시된 바와 같이 하나의 장치로 구현될 수 있다. 정수배 주파수 동기 추정 과정에서 추정된 정수배 주파수 옵셋은 다음의 [수학식 4]와 같이 주어진다.

<12>

【수학식 4】

$$\hat{\varepsilon}_I = \max_I \left\{ \left| \sum_{K \subset \{\{K_{\widehat{CN}}\}+I\}} Y_i[k]\cdot Y_{i-1}^*[k] \right| \right\} \quad -\varepsilon_{I_{max}} \le I \le \varepsilon_{I_{max}}$$

<13> 여기서, $\hat{\varepsilon}_I$ 는 정수배 주파수 옵셋이고, $\widehat{CN}$는 셀 탐색 추정값이며, $\varepsilon_{I\max}$는 최대 발생 가능한 정수배 주파수 옵셋이고, $\{K_{\widehat{CN}}\}$는 단말기가 속해 있는 기지국에서 송신하는 파일럿 부반송파 위치 집합이며, $Y_i[k]$는 i번째 시간에 FFT된 신호의 k번째 부반송파이다.

<14> 또한, 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정 장치는 전용 하드웨어로 또는 범용 처리 장치에 소프트웨어로 또는 두 가지 모두 함께 사용하여 구현할 수 있다.

<15> 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호를 이용한 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

<16> 도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향 링크 추정 장치는

<17> FFT기(610), 심볼 지연기(620), 자기 상관기(630), 파일럿 패턴 저장기(640), 덧셈기(650) 및 비교기(660)를 포함한다.

<18> 먼저, FFT기(610)는 수신되는 OFDM 수신 신호를 고속 푸리에 변환 또는 이산 푸리에 변환하여 주파수 영역의 신호($Y_i[k]$)를 출력한다. 심볼 지연기(620)는 FFT기(610)의 출력 신호를 한 심볼 지연한 신호($Y_{i-1}[k]$)를 출력하고, 파일럿 패턴 저장기(640)는 입력된 셀 번호에 따른 파일럿 부반송파 위치 집합을 출력하며, 자기 상관기(630)는 심볼 지연기(620)에서 한 심볼 지연된 신호와 파일럿 패턴 저장기(640)에서 출력되는 파일럿 부반송파 위치 집합을 사용하여 가능한 정수배 주파수 옵셋 발생 범위에서 자기 상관을 수행한 결과 신호($Y_i[k]\cdot Y_{i-1}^*[k]$)를 출력한다. 다음, 비교기(660)는 자기 상관기(640)에서 자기 상관된 값을 최대로 하는 셀의 파일

럿 부반송파 위치 집합을 찾아 셀을 추정한다. 셀 탐색 추정 과정에서 추정된 셀 탐색 추정값은 다음의 [수학식 5]와 같이 주어진다.

<19> 【수학식 5】

$$\widehat{CN} = \max_{CN}\left\{\max_{l}\left\{\left|\sum_{k\subset\{\{K_{CN}\}+l\}} Y_i[k]\cdot Y_{i-1}^{*}[k]\right|\right\}\right\} \quad -\varepsilon_{I_{max}} \le l \le \varepsilon_{I_{max}}$$

<20> 여기서, $\widehat{CN}$는 셀 탐색 추정값이고, CN은 셀 번호이며, $\{K_{CN}\}$은 셀 번호에 따른 파일럿 부반송파 위치 집합이고, $\varepsilon_{I\max}$는 최대 발생 가능한 정수배 주파수 옵셋이며, $Y_i[k]$는 i번째 시간에 FFT된 신호의 k번째 부반송파이다.

<21> 한편, 정수배 주파수 동기는 상기에서 계산된 셀 탐색 추정값($\widehat{CN}$)과 수신된 주파수 영역 신호와 이를 한 심볼 지연한 신호의 자기 상관을 이용하며, 정수배 주파수 옵셋에 의해 발생한 부반송파의 순환 이동(cyclic shift)량을 추정한 셀의 파일럿 부반송파 위치 집합을 이동시켜 얻은 자기 상관값을 최대로 하는 점을 이용해서 추정한다. 이러한 정수배 주파수 동기 추정 과정에서 추정된 정수배 주파수 옵셋은 다음의 [수학식 6]과 같이 주어진다.

<22> 【수학식 6】

$$\hat{\varepsilon}_I = \max_{l}\left\{\left|\sum_{K\subset\{\{K_{\widehat{CN}}\}+l\}} Y_i[k]\cdot Y_{i-1}^{*}[k]\right|\right\} \quad -\varepsilon_{I_{max}} \le l \le \varepsilon_{I_{max}}$$

<23> 여기서, $\hat{\varepsilon}_I$는 정수배 주파수 옵셋이고, $\widehat{CN}$는 셀 탐색 추정값이며, $\varepsilon_{I\max}$는 최대 발생 가능한 정수배 주파수 옵셋이고, $\{K_{\widehat{CN}}\}$는 단말기가 속해 있는 기지국에서 송신하는 파일럿 부반송파 위치 집합이며, $Y_i[k]$는 i번째 시간에 FFT된 신호의 k번째 부반송파이다.

<24> 또한, 하향링크 추정은 상기에서 추정한 셀 탐색 값(

$\widehat{CN}$)과 정수배 주파수 추정값($\hat{\varepsilon}_I$)을 이용하며, 주파수 영역 신호에 대해 추정한 셀의 파일럿 부반송파 위치 집합을 정수배 주파수 옵셋만큼 이동하여 얻은 자기 상관값을 일정한 임계값과 비교하여, 자기 상관값이 임계값보다 클 경우에는 단말기는 수신된 신호를 하향링크 신호로 추정하고, 만약 자기 상관값이 임계값보다 작을 경우에는 단말기는 수신된 신호를 상향링크 신호로 추정한다. 이러한 하향링크 신호 추정 과정에서 추정된 결과는 다음의 [수학식 7]과 같이 주어진다.

125>

【수학식 7】

$$\Gamma = \left| \sum_{K \subset \{\{K_{\widehat{CN}}\} + \hat{\varepsilon}_I\}} Y_i[k] \cdot Y_{i-1}^{*}[k] \right|$$

26> Γ > 임계값이면, 하향링크,

27> Γ < 임계값이면, 상향링크

28> 여기서, $\hat{\varepsilon}_I$는 정수배 주파수 옵셋이고, $\widehat{CN}$는 셀 탐색 추정값이며, $\{K_{\widehat{CN}}\}$는 단말기가 속해 있는 기지국에서 송신하는 파일럿 부반송파 위치 집합이고, $Y_i[k]$는 i번째 시간에 FFT된 신호의 k번째 부반송파이다.

29> 상기에서, 정수배 주파수 동기 추정 및 하향링크 신호 추정은 상기 FFT기(610), 심볼 지연기(620), 자기 상관기(630), 파일럿 패턴 저장기(634), 덧셈기(650) 및 비교기(560)를 사용한 셀 탐색 과정이 필요한 연산 과정이므로, 셀 탐색 과정, 정수배 주파수 동기 추정 및 하향링크 신호 추정 과정이 하나의 과정으로 수행될 수 있으며, 또한 도 8에 도시된 바와 같이 하나의 장치로 구현될 수 있다.

<130> 또한, 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향 링크 추정 장치는 전용 하드웨어로 또는 범용 처리 장치에 소프트웨어로 또는 두 가지를 함께 사용하여 구현할 수 있다.

<131> 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향 링크 신호를 이용한 미세 심볼 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

<132> 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 미세 심볼 동기 추정 장치는 FFT기(710), 파일럿 패턴 저장기(720), 교차 상관기(730), IFFT기(740) 및 비교기(750)를 포함한다.

<133> 먼저, FFT기(710)는 수신되는 OFDM 신호를 고속 푸리에 변환 또는 이산 푸리에 변환하여 주파수 영역 신호(Y(k))를 출력한다. 다음, 교차 상관기(730)는 파일럿 패턴 저장기(720)에 저장된 추정된 셀에 대한 파일럿 신호(X(k))를 교차 상관한다. 다음, IFFT기(740)는 교차 상관기(730)에 의해 교차 상관된 신호를 역 푸리에 변환을 수행하고, 비교기(750)는 IFFT기(740)의 출력을 최대로 하는 값을 미세 심볼 타이밍 추정값($\hat{\tau}_f$)으로 추정한다. 이러한 미세 심볼 타이밍 추정값($\hat{\tau}_f$)은 [수학식 8]과 같이 주어진다.

<134>

【수학식 8】

$$\hat{\tau}_f = -\max_n \left| IFFT\left\{ Y'(k) X'^*(k) \right\} \right|$$

<135> 여기서,

<136>

$$Y'(k) = \begin{cases} Y(k) & k \subset \{K_{\hat{CN}}\} \\ 0 & k \not\subset \{K_{\hat{CN}}\} \end{cases}, 0 < k < 2048$$

이고,

<137>

$$X'(k) = \begin{cases} X(k) & k \subset \{K_{\hat{CN}}\} \\ 0 & k \not\subset \{K_{\hat{CN}}\} \end{cases}, 0 < k < 2048$$

이다.

<138> 여기서, $\hat{\tau}_f$는 미세 심볼 타이밍 추정값이고, $\{K_{CN}\}$는 단말기가 속해 있는 기지국에서 송신하는 파일럿 부반송파 위치 집합이다.

<139> 상기한 미세 심볼 동기 추정 장치는 전용 하드웨어로 또는 범용 처리 장치에 소프트웨어로 또는 두 가지를 함께 사용하여 구현할 수 있다.

<140> 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA-FDD 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호를 이용한 미세 주파수 동기 추정 장치의 개략적인 블록도이다.

<141> 도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 미세 주파수 동기 추정 장치는 FFT기(810), 지연기(820), 자기 상관기(830) 및 위상 추정기(840)를 포함한다.

<142> 먼저, FFT기(810)는 수신되는 OFDM 신호를 고속 푸리에 변환 또는 이산 푸리에 변환하여 주파수 영역의 신호($Y_i[k]$)를 출력한다. 지연기(820)는 FFT기(810)의 출력 신호($Y_i[k]$)를 한 심볼 지연한 신호($Y_{i-1}[k]$)를 출력하고, 자기 상관기(830)는 지연기(820)에서 한 심볼 지연된 신호의 파일럿 부반송파 신호와 OFDM 수신 신호의 파일럿 부반송파와 자기 상관을 수행한 결과 신호($Y_i[k]\cdot Y_{i-1}^*[k]$)를 출력한다. 다음, 위상 추정기(840)는 자기 상관기(830)에서 자기 상관된 값의 위상 값을 이용하여 미세 주파수 옵셋을 추정한다. 이러한 미세 주파수 옵셋 추정값($\hat{\varepsilon}_f$)은 다음의 [수학식 9]와 같이 주어진다.

<143> 【수학식 9】

$$\hat{\varepsilon}_f = \frac{1}{2\pi(1+N_{CP}/N)}\arg\left\{\sum_{K\subset\{K_{CN}\}} Y_i[k]\cdot Y_{i-1}^*[k]\right\}$$

<144> 여기서, $\hat{\varepsilon}_f$는 미세 주파수 옵셋이고, $\{K_{CN}\}$는 단말기가 속해 있는 기지국에서 송신하는 파일럿 부반송파 위치 집합이며, $Y_i[k]$는 i번째 시간에 FFT된 신호의 k번째 부반송파이고, N_{CP}는 OFDM 심볼의 Cyclic Prefix(CP) 길이이며, N은 OFDM 심볼의 유효 OFDM 심볼 길이이다.

145> 상기한 미세 주파수 동기 추정 장치는 전용 하드웨어로 또는 범용 처리 장치에 소프트웨어로 또는 두 가지를 함께 사용하여 구현할 수 있다.

146> 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM-TDD 기반의 셀룰러 시스템의 하향링크 신호를 이용한 하향 링크 추적 장치의 개략적인 블록도이다.

47> 도 11에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 하향링크 추적 장치는 FFT기(910), 지연기(920), 자기 상관기(930) 및 크기값 비교기(940)를 포함한다.

48> 먼저, FFT기(910)는 수신되는 OFDM 신호를 고속 푸리에 변환 또는 이산 푸리에 변환하여 주파수 영역의 신호($Y_i[k]$)를 출력한다. 지연기(920)는 FFT기(910)의 출력 신호($Y_i[k]$)를 한 심볼 지연한 신호($Y_{i-1}[k]$)를 출력하고, 자기 상관기(930)는 지연기(920)에서 한 심볼 지연된 신호의 파일럿 부반송파 신호와 OFDM 수신 신호의 파일럿 부반송파와 자기 상관을 수행한 결과 신호($Y_i[k]\cdot Y_{i-1}^{*}[k]$)를 출력한다. 다음, 크기값 비교기(940)는 자기 상관기(930)에서 자기 상관된 값을 임계값과 비교하여 임계값보다 클 경우에는 하향링크 신호로 추정하고, 만약 임계값보다 작을 경우에는 상향링크 신호로 추정한다. 이러한 셀 탐색 추정 결과(Γ)는 다음의 [수학식 10]과 같이 주어진다.

19>

【수학식 10】

$$\Gamma = \left| \sum_{K \subset \{K_{CN}\}} Y_i[k]\cdot Y_{i-1}^{*}[k] \right|$$

i0> Γ > 임계값이면, 하향링크,

1> Γ < 임계값이면, 상향링크

<152> 여기서, $\widehat{CN}$는 셀 탐색 추정값이며, $\{K_{\widehat{CN}}\}$는 단말기가 속해 있는 기지국에서 송신하는 파일럿 부반송파 위치 집합이고, $Y_i[k]$는 i번째 시간에 FFT된 신호의 k번째 부반송파이다.

<153> 상기한 하향링크 추적 과정에서 FFT기(910), 지연기(920) 및 자기 상관기(930)에 의해 동작되는 자기 상관 과정은 도 10을 참조하여 설명한 미세 주파수 동기 추정 장치에서의 자기 상관 과정과 동일하므로, 도 10에 도시된 미세 주파수 동기 추정 장치의 FFT기(810), 지연기(820) 및 자기 상관기(830)를 서로 공유해서 사용하여도 좋다.

<154> 또한, 상기한 하향링크 추적 장치는 전용 하드웨어로 또는 범용 처리 장치에 소프트웨어로 또는 두 가지를 함께 사용하여 구현할 수 있다.

<155> 다음, 도 12 및 도 13을 참조하여 도 4a 내지 도 11에서 설명한 동기화 및 셀 탐색 방법이 수행되는 단말기의 동기화 장치에 대해 상세하게 설명한다.

<156> 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 OFDM-FDD 기반의 셀룰러 시스템에서의 단말기의 동기화 장치(100)의 개략적인 블록도이다.

<157> 도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 단말기의 동기화 장치(1000)는 초기 동기 추정기(1100), 저장기(1200) 및 추적기(1300)를 포함한다.

<158> 초기 동기 추정기(1100)는 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기(1110), 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정기(1120), 미세 심볼 동기 추정기(1130), 미세 주파수 동기 추정기(1140) 및 프레임 동기 추정기(1150)를 포함한다.

<159> 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기(1110)는 OFDM 수신 신호의 Cyclic Prefix(CP)를 이용하여 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하고, 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정기(1120)는 OFDM 수신 신호를 고속 푸리에 변환 또는 이산 푸리에 변환하여

얻은 주파수 영역의 신호의 파일럿 부반송파를 이용하여 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정을 수행한다. 미세 심볼 동기 추정기(1130)는 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정기(1120)에 의해 추정된 셀 탐색 추정값을 이용하고, 저장기(1200)의 셀 정보 저장기(1210)에서 입력받은 파일럿 부반송파 위치 집합과 파일럿 심볼 패턴을 이용하여 미세 심볼 동기 추정을 수행한다. 미세 주파수 동기 추정기(1140)는 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정기(1120)에 의해 추정된 셀 탐색 추정값을 이용하고, 셀 정보 저장기(1210)에서 입력받은 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용하여 미세 주파수 동기 추정을 수행한다. 프레임 동기 추정기(1150)는 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기(1110)에 의해 추정된 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 이용하여 프레임 동기를 수행한다.

160> 추적기(1300)는 셀 추적기(1310), 미세 심볼 동기 추적기(1320) 및 미세 주파수 동기 추적기(1330)를 포함한다.

161> 셀 추적기(1310)는 셀마다 고유하게 할당된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용해서 셀 추적을 수행하고, 미세 심볼 동기 추적기(1320)는 수신된 파일럿 부반송파와 미리 알고 있는 파일럿 부반송파 값 사이의 상호 상관을 역 푸리에 변환하여 최대값의 위치를 추정하며, 미세 주파수 동기 추적기(1330)는 OFDM 수신 신호를 푸리에 변환하여 얻은 주파수 영역 신호의 파일럿 부반송파 사이의 위상차를 이용하여 주파수 추적을 수행한다.

.62> 저장기(1200)는 셀의 동기 정보와 셀 정보를 저장하고 있는 셀 정보 저장기(1210)를 포함한다.

.63> 한편, 앞에서 설명한 것처럼 초기 동기 추정기(1100)의 미세 심볼 동기 추정기(1130)와 추적기(1300)의 미세 심볼 동기 추적기(1320)는 하나의 장치로 공유될 수도 있고, 또한, 초기

동기 추정기(1100)의 미세 주파수 동기 추정기(1140)와 추적기(1300)의 미세 주파수 동기 추적기(1330)도 하나의 장치로 공유될 수도 있다.

164> 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM-TDD 기반의 셀룰러 시스템에서의 단말기의 동기화 장치(2000)의 개략적인 블록도이다.

165> 도 13에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 단말기의 동기화 장치(2000)는 초기 동기 추정기(2100), 저장기(2200) 및 추적기(2300)를 포함한다.

166> 초기 동기 추정기(2100)는 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기(2110), 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정기(2120), 하향링크 추적기(2130), 미세 심볼 동기 추정기(2140), 미세 주파수 동기 추정기(2150) 및 프레임 동기 추정기(2160)를 포함한다.

.67> 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기(2110)는 OFDM 수신 신호의 Cyclic Prefix(CP)를 이용하여 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하고, 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정기(2120)는 OFDM 수신 신호를 고속 푸리에 변환 또는 이산 푸리에 변환하여 얻은 주파수 영역의 신호의 파일럿 부반송파를 이용하여 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 추정 및 하향링크 추정을 수행한다. 하향링크 추정기(2130)는 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정기(2120)에 의해 추정된 셀 탐색 추정값을 이용하고, 저장기(2200)의 셀 정보 저장기(2210)에서 입력받은 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용하여 초기 동기 동안 하향링크를 추적한다. 미세 심볼 동기 추정기(2140)는 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정기(2120)에 의해 추정된 셀 탐색 추정값을 이용하고, 저장기(2200)의 셀 정보 저장기(2210)에서 입력받은 파일럿 부반송파 위치 집합과 파일럿 심볼 패턴을 이용하여 미세 심볼 동기 추정을 수행한다. 미세 주파수 동기 추정기(2150)는 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정기(2120)에 의해 추정된 셀 탐색 추정값을 이용하고, 셀 정보 저장기(2210)에서 입력

받은 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용하여 미세 주파수 동기 추정을 수행한다. 프레임 동기 추정기(2160)는 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기(2110)에 의해 추정된 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 이용하여 프레임 동기를 수행한다.

168> 추적기(2300)는 셀 추적기(2310), 미세 심볼 동기 추적기(2320) 및 미세 주파수 동기 추적기(2330)를 포함한다.

169> 셀 추적기(2310)는 셀마다 고유하게 할당된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용해서 셀을 구분하고, 미세 심볼 동기 추적기(2320)는 수신된 파일럿 부반송파와 미리 알고 있는 파일럿 부반송파 값 사이의 상호 상관을 역 푸리에 변환하여 최대값의 위치를 추정하며, 미세 주파수 동기 추적기(2330)는 OFDM 수신 신호를 푸리에 변환하여 얻은 주파수 영역 신호의 파일럿 부반송파 사이의 위상차를 이용하여 주파수 추적을 수행한다.

170> 저장기(2200)는 셀의 동기 정보와 셀 정보를 저장하고 있는 셀 정보 저장기(2210)를 포함한다.

71> 한편, 앞에서 설명한 것처럼 초기 동기 추정기(2100)의 미세 심볼 동기 추정기(2140)와 추적기(2300)의 미세 심볼 동기 추적기(2320)는 하나의 장치로 공유될 수도 있고, 또한 초기 동기 추정기(2100)의 미세 주파수 동기 추정기(2150)와 추적기(2300)의 미세 주파수 동기 추적기(2330)도 하나의 장치로 공유될 수도 있다.

72> 다음, 도 14를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA 기반의 셀룰러 시스템에서의 기지국의 하향링크 신호 구성 장치에 대해서 상세하게 설명한다. 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 OFDMA 기반의 셀룰러 시스템에서의 기지국의 하향링크 신호 구성 장치의 개략적인 블록도이다.

173> 도 14에 도시된 바와 같이, 하향링크 신호 구성 장치(3000)는 파일럿 발생기(3100) 및 OFDM 심볼 매핑기(3200)를 포함한다.

174> 파일럿 발생기(3100)는 외부로부터 셀 번호 정보를 입력받아 셀 정보에 따른 파일럿 부반송파 위치 집합 패턴과 파일럿 심볼 패턴을 생성하고, OFDM 심볼 매핑기(3200)는 외부로부터 트래픽 데이터 정보와, 도 1 또는 도 2에서 설명된 바와 같은 시간과 주파수 축에서 정의된 프레임 구조 정보와, 도 3a 내지 도 3b에서 설명된 바와 같은 파일럿 부반송파 위치 집합 정보를 받아서, 파일럿 부반송파 심볼 정보와 트래픽 데이터 정보를 정해진 시간과 주파수로 매핑시켜 OFDM 송신기로 출력한다.

175> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 그 외의 다양한 변경이나 변형이 가능하다.

【발명의 효과】

176> 본 발명에 따르면, OFDMA-FDD 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템에서 별도의 프리앰블을 사용하지 않아도 하향 링크를 구성하는 모든 심볼에 삽입되어 전송되는 파일럿 부반송파를 사용하여 시간과 주파수 동기 및 셀 탐색을 추정할 수 있으며, 핸드오버 (handover)를 위해 셀을 추정한 후에도 셀 추적을 수행할 수 있다.

177> 또한, OFDMA-FDD의 경우에는 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정 동작을 하나의 과정으로 수행할 수 있고, OFDMA-TDD의 경우에는 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 추정 및 하향 링크 추정 동작을 하나의 과정으로 수행할 수 있게 되어, 구현이 쉽고 적은 계산량으로도 OFDMA-FDD 및 OFDMA-TDD 기반의 셀룰러 시스템에서 하향 링크 동기화 및 셀 탐색을 수행할 수 있다.

178> 또한, OFDMA-FDD 시스템과 OFDMA-TDD 시스템이 마이크로 셀과 Hot spot 등에서 공존하는 경우에 동일한 하드웨어로서 동기화와 셀 탐색을 수행할 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

직교 주파수 분할 다중 접속-주파수 분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 구성하는 방법에 있어서,

a) 상기 하향링크의 한 프레임을 복수의 심볼로 구성하는 단계; 및

b) 상기 복수의 각 심볼마다 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파－여기서 파일럿 부반송파 중 일부는 단말기에서 시간 동기, 주파수 동기 및 셀 탐색을 수행하는 기준이 됨－가 분산 배치되도록 삽입하는 단계

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 2】

직교 주파수 분할 다중 접속-시분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 구성하는 방법에 있어서,

a) 상기 하향링크의 한 프레임－여기서 하향링크의 한 프레임은 연속되는 상향링크의 한 프레임과 함께 상기 이동통신시스템에서의 하나의 프레임을 구성함－을 복수의 심볼로 구성하는 단계; 및

b) 상기 복수의 각 심볼마다 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파－여기서 파일럿 부반송파 중 일부는 단말기에서 시간 동기, 주파수 동기 및 셀 탐색을 수행하는 기준이 됨－가 분산 배치되도록 삽입하는 단계

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 파일럿 부반송파는 시간 영역에서는 일정한 간격으로, 주파수 영역에서는 불규칙적인 간격으로 삽입되는 것을 특징으로 하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 4】

제3항에 있어서,

상기 파일럿 부반송파는 셀마다 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합에 따라 삽입되는 것을 특징으로 하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 5】

제4항에 있어서,

상기 셀의 전체 수가 상기 고유한 파일럿 부반송 위치 집합의 가능한 수보다 많은 경우, 인접한 셀에 대해서는 서로 고유한 파일럿 부반송파 위치 집합을 할당하고, 서로 인접하지 않는 셀에 대해서는 최소의 부반송파가 겹치도록 파일럿 부반송파 위치 집합을 할당하는 것을 특징으로 하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 6】

제5항에 있어서,

각 셀마다 전체 부반송파 수를 상기 전체 셀의 수로 나눈 수의 고유한 파일럿 부반송파를 할당하고,

부족한 파일럿 부반송파에 대해서는, 상기 전체 셀을 다수의 셀을 포함하는 여러 개의 셀 그룹으로 분할한 후, 서로 다른 그룹에서 동일한 위치에 있는 모든 셀에 상기 고유하게 할당된 파일럿 부반송파의 일부를 할당하여 각 셀의 파일럿 부반송파 위치 집합을 구성하는

것을 특징으로 하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 전체 부반송파의 수(Nu)를 상기 셀 그룹 내에 포함되는 부반송파의 수(Np)로 나눈 값 이하인 작은 소수(g)에 대해서, 상기 소수(g) 이하인 특정 수(G)의 셀을 묶어 다수의 셀 그룹을 형성하고, 각 셀 그룹에 셀그룹 번호(i)에 의해 특정되는 기본 시퀀스(h_{imodg})를 할당한 후, 상기 다수의 셀 그룹 내의 각 셀에는 다음의 관계식

$$K = \{f_{K,0}, f_{K,1}, \cdots, f_{K,gNp-1}\}$$
$$h_i(k) = v(k) + (ik)modg$$
$$K_{ig+j} = \{f_{K,r} \mid r = kg + (h_{imodg}(k) + j)modg\}$$

여기서 , K는 파일럿 부반송파가 전송될 수 있는 부반송파 집합이고,

v(k)는 0에서 g-1까지의 값을 갖는 미리 특정된 유사랜덤 시퀀스이며,

K_{ig+j}는 셀 그룹 번호가 i이고 셀 번호가 j인 셀의 파일럿 부반송파 집합임.

에 따라 상기 파일럿 부반송파 위치 집합을 할당하는 것을 특징으로 하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 8】

제6항에 있어서,

상기 전체 부반송파의 수(Nu)를 상기 셀 그룹 내에 포함되는 부반송파의 수(Np)로 나눈 값 이상인 소수(g)에 대해서, 상기 소수(g) 이하인 특정 수(G)의 셀을 묶어 다수의 셀 그룹을 형성하고, 각 셀 그룹에 셀그룹 번호(i)에 의해 특정되는 기본 시퀀스(h_{imodg})를 할당한 후, 상기 다수의 셀 그룹 내의 각 셀에는 다음의 관계식

$$K = \{f_{K,0}, f_{K,1}, \cdots, f_{K,gNp-1}\}$$
$$h_i(k) = v(k) + (ik)modg$$
$$K_{ig+j} = \{f_{K,r} | r = kg + (h_{imodg}(k) + j)modg\}$$

여기서, K는 파일럿 부반송파가 전송될 수 있는 부반송파 집합이고,

v(k)는 0에서 g-1까지의 값을 갖는 미리 특정된 유사랜덤 시퀀스이며,

K_{ig+j}는 셀 그룹 번호가 i이고 셀 번호가 j인 셀의 파일럿 부반송파 집합임.

에 따라 상기 파일럿 부반송파 위치 집합을 할당한 후, 단말기로의 전송에 사용되는 부반송파 이외의 위치에서는 상기 파일럿 부반송파를 천공하여 송신하지 않는 것을 특징으로 하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 9】

제2항에 있어서,

상기 하향링크의 프레임과 상기 상향링크의 프레임을 구분하기 위해 상기 하향링크 프레임에 적용되는 파일럿 부반송파 위치 집합은 상기 상향링크 프레임에 적용되는 파일럿 부반송파 위치 집합과 서로 구별되도록 정해지는 것을 특징으로 하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 방법.

【청구항 10】

직교 주파수 분할 다중 접속-주파수 분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 구성하는 장치에 있어서,

외부로부터 입력되는 셀 번호 정보에 따른 파일럿 심볼 패턴－여기서 파일럿 심볼 패턴은 상기 하향링크의 프레임이 복수의 심볼로 구성되는 경우, 상기 복수의 각 심볼에 삽입되는 패턴임－과 파일럿 부반송파 위치 집합 패턴－여기서 파일럿 부반송파 위치 집합 패턴은 셀마다 고유하며, 상기 복수의 심볼마다 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 분산 배치되고 단말기에서 시간 동기, 주파수 동기 및 셀 탐색을 수행하는 기준이 되는 다수의 파일럿 부반송파를 포함함－을 생성하는 파일럿 발생기; 및

외부로부터 입력되는 트래픽 데이터 정보에 대해, 상기 파일럿 발생기에서 생성된 파일럿 심볼 패턴과 파일럿 부반송파 위치 집합 패턴에 기초하여 시간과 주파수로 매핑시켜 상기 이동통신시스템의 송신장치로 출력하는 심볼 매핑기

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 구성 장치.

【청구항 11】

직교 주파수 분할 다중 접속-주파수 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 초기 동기화하고 셀을 탐색하는 방법에 있어서,

상기 하향링크 신호의 한 프레임은 각각 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파가 분산 배치되도록 삽입된 복수의 심볼을 포함하며,

a) 상기 하향링크 신호의 주기적 프리픽스(Cyclic Prefix)와 상기 하향링크의 유효 심볼의 자기상관이 최대가 되는 위치를 이용하여 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하는 단계;

b) 상기 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기가 추정된 심볼 내에 포함된 파일럿 부반송파를 이용하여 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기를 추정하는 단계;

c) 상기 셀 탐색의 추정 결과를 이용하여 미세 심볼 동기를 추정하는 단계;

d) 상기 셀 탐색의 추정 결과를 이용하여 미세 주파수 동기를 추정하는 단계; 및

e) 상기 하향링크의 프레임 동기를 추정하는 단계

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 초기 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 12】

직교 주파수 분할 다중 접속-시분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 초기 동기화하고 셀을 탐색하는 방법에 있어서,

상기 하향링크 신호의 한 프레임-여기서 하향링크의 한 프레임은 연속되는 상향링크의 한 프레임과 함께 상기 이동통신시스템에서의 하나의 프레임을 구성함-은 각각 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파가 분산 배치되도록 삽입된 복수의 심볼을 포함하며,

a) 상기 하향링크 신호의 주기적 프리픽스(Cyclic Prefix)와 상기 하향링크의 유효 심볼의 자기상관이 최대가 되는 위치를 이용하여 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하는 단계;

b) 상기 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기가 추정된 심볼 내에 포함된 파일럿 부반송파를 이용하여 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크를 추정하는 단계;

c) 상기 셀 탐색의 추정 결과를 이용하여 하향링크를 추적하는 단계;

d) 상기 셀 탐색의 추정 결과를 이용하여 미세 심볼 동기를 추정하는 단계;

e) 상기 셀 탐색의 추정 결과를 이용하여 미세 주파수 동기를 추정하는 단계; 및

f) 상기 하향링크의 프레임 동기를 추정하는 단계

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 초기 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 13】

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 하향링크의 프레임 동기 추정 단계 후에,

i) 상기 하향링크의 주파수 및 시간 추적을 수행하는 단계;

ii) 상기 하향링크 프레임에 삽입된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용하여 셀 추적을 수행하는 단계;

iii) 상기 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용하여 심볼 동기 추적을 수행하는 단계; 및

iv) 상기 파일럿 부반송파를 이용하여 미세 주파수 동기를 추적하는 단계

를 포함하며,

상기 i), ii), iii) 및 iv) 단계를 반복 수행하여 상기 하향링크 프레임의 주파수 및 시간 추적을 수행하는 것을 특징으로 하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 초기 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 14】

제12항에 있어서,

상기 b) 단계에서 하향링크 추정시 상향링크로 추정되는 경우, 상기 하향링크 신호의 동기화 과정을 중지하고,

일정 심볼 구간 후에, 상기 a) 단계 내지 상기 f) 단계를 반복하는

것을 특징으로 하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 초기 동기화 및 셀 탐색 방법.

【청구항 15】

직교 주파수 분할 다중 접속-주파수 분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 동기화하는 장치에 있어서,

상기 하향링크 신호의 한 프레임은 각각 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파가 분산 배치되도록 삽입된 복수의 심볼을 포함하며,

상기 하향링크 신호의 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하고, 상기 추정된 결과와 상기 셀 정보 저장기에 저장된 정보를 이용하여 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 추정, 미세 심볼 동기 추정, 미세 주파수 동기 추정 및 프레임 동기 추정을 수행하는 초기 동기 추정기;

상기 초기 동기 추정기에 의해 초기 동기화 동작이 수행된 후 상기 이동통신시스템 내에 포함된 각 셀에 대한 정보를 저장하는 셀 정보 저장기; 및

상기 셀마다 고유하게 할당된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용해서 셀 추적, 미세 심볼 동기 추적 및 미세 주파수 동기 추적을 수행하는 추적기

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치.

【청구항 16】

직교 주파수 분할 다중 접속-시분할 듀플렉싱 방식의 이동통신시스템에서 하향링크 신호를 초기 동기화하는 장치에 있어서,

상기 하향링크 신호의 한 프레임-여기서 하향링크의 한 프레임은 연속되는 상향링크의 한 프레임과 함께 상기 이동통신시스템에서의 하나의 프레임을 구성함-은 각각 시간축 및 주파수축을 기준으로 하여 파일럿 부반송파가 분산 배치되도록 삽입된 복수의 심볼을 포함하며,

상기 하향링크 신호의 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하고, 상기 추정된 결과와 상기 셀 정보 저장기에 저장된 정보를 이용하여 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 추정, 하향링크 추정, 하향링크 추적, 미세 심볼 동기 추정, 미세 주파수 동기 추정 및 프레임 동기 추정을 수행하는 초기 동기 추정기;

상기 초기 동기 추정기에 의해 초기 동기화 동작이 수행된 후 상기 이동통신시스템 내에 포함된 각 셀에 대한 정보를 저장하는 셀 정보 저장기; 및

상기 셀마다 고유하게 할당된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용해서 셀 추적, 미세 심볼 동기 추적 및 미세 주파수 동기 추적을 수행하는 추적기

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치.

【청구항 17】

제15항에 있어서,

상기 초기 동기 추정기는,

상기 하향링크 신호의 주기적 프리픽스(Cyclic Prefix)와 상기 하향링크의 유효 심볼의 자기상관이 최대가 되는 위치를 이용하여 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하는 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기;

상기 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기에 의해 추정된 심볼 내에 포함된 파일럿 부반송파를 이용하여 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기를 추정하는 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정기;

상기 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정기에 의해 추정된 셀 탐색의 추정 결과와 상기 파일럿 부반송파를 이용하여 미세 심볼 동기를 추정하는 미세 심볼 동기 추정기;

상기 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정기에 의해 추정된 셀 탐색의 추정 결과와 상기 파일럿 부반송파를 이용하여 미세 주파수 동기를 추정하는 미세 주파수 동기 추정기; 및

상기 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정기에 의해 추정된 셀 탐색의 추정 결과와 상기 파일럿 부반송파를 이용하여 상기 하향링크의 프레임 동기를 추정하는 프레임 동기 추정기

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치.

【청구항 18】

제16항에 있어서,

상기 초기 동기 추정기는,

상기 하향링크 신호의 주기적 프리픽스(Cyclic Prefix)와 상기 하향링크의 유효 심볼의 자기상관이 최대가 되는 위치를 이용하여 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기를 추정하는 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기;

상기 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기에 의해 추정된 심볼 내에 포함된 파일럿 부반송파를 이용하여 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크를 추정하는 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정기;

상기 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기에 의해 추정된 심볼 내에 포함된 파일럿 부반송파를 이용하여 하향링크를 추적하는 하향링크 추적기;

상기 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정기에 의해 추정된 셀 탐색의 추정 결과, 상기 하향링크 추적기의 추적 결과 및 상기 파일럿 부반송파를 이용하여 미세 심볼 동기를 추정하는 미세 심볼 동기 추정기;

상기 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정기에 의해 추정된 셀 탐색의 추정 결과, 상기 하향링크 추적기의 추적 결과 및 상기 파일럿 부반송파를 이용하여 미세 주파수 동기를 추정하는 미세 주파수 동기 추정기; 및

상기 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정기에 의해 추정된 셀 탐색의 추정 결과와 상기 파일럿 부반송파를 이용하여 상기 하향링크의 프레임 동기를 추정하는 프레임 동기 추정기

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치.

【청구항 19】

제17항 또는 제18항에 있어서,

상기 초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기는

상기 하향링크 신호를 지연시키는 지연기;

상기 지연기에 의해 지연된 신호와 상기 하향링크 신호의 상관을 구하는 켤레복소수생성기;

상기 상관기의 출력 신호를 통해 상기 하향링크의 한 심볼 구간 길이에서 상관 값의 최대값을 구하여 초기 심볼 동기를 추정하는 비교기; 및

상기 비교기에 의해 추정된 초기 심볼 동기 추정값에서 자기 상관의 위상값을 구하여 초기 주파수 동기를 추정하는 주파수 옵셋 추정기

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치.

【청구항 20】

제17항에 있어서,

상기 셀 탐색 및 정수배 주파수 동기 추정기는,

상기 하향링크 신호를 푸리에 변환하여 얻은 주파수 영역 신호를 한 심볼 지연시키는 지연기;

상기 셀 정보 저장기를 통해 수신되는 각 셀에 대한 파일럿 부반송파 위치 집합에 따라 가능한 정수배 주파수 옵셋 범위에서 상기 하향링크 신호와 상기 지연기에서 출력되는 주파수 영역 신호의 자기 상관을 구하는 자기 상관기; 및

상기 자기 상관기에서 출력되는 자기 상관의 최대값을 구하여 셀 탐색을 수행하고, 상기 추정된 셀의 파일럿 부반송파 위치 집합에 대해 가능한 정수배 주파수 옵셋에 의해 자기 상관의 최대값을 구하여 정수배 주파수 동기를 추정하는 비교기

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치.

【청구항 21】

제18항에 있어서,

상기 셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향링크 추정기는,

상기 하향링크 신호를 푸리에 변환하여 얻은 주파수 영역 신호를 한 심볼 지연시키는 지연기;

상기 셀 정보 저장기를 통해 수신되는 각 셀에 대한 파일럿 부반송파 위치 집합에 따라 가능한 정수배 주파수 옵셋 범위에서 상기 하향링크 신호와 상기 지연기에서 출력되는 주파수 영역 신호의 자기 상관을 구하는 자기 상관기; 및

상기 자기 상관기에서 출력되는 자기 상관의 최대값을 구하여 셀 탐색을 수행하고, 상기 추정된 셀의 파일럿 부반송파 위치 집합에 대해 가능한 정수배 주파수 옵셋에 의해 자기 상관의 최대값을 구하여 정수배 주파수 동기를 추정하며, 상기 정수배 주파수 동기가 추정된 시점의 자기 상관값을 특정 임계값과 비교하여 하향링크 추정을 수행하는 비교기

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치.

【청구항 22】

제18항에 있어서,

상기 하향링크 추적기는,

상기 하향링크 신호를 푸리에 변환하여 얻은 주파수 영역 신호를 한 심볼 지연시키는 지연기;

상기 하향링크 신호와 상기 지연기에서 출력되는 주파수 영역 신호의 자기 상관을 구하는 자기 상관기; 및

상기 자기 상관기에서 출력되는 자기 상관값을 특정 임계값과 비교하여 하향링크를 추적하는 비교기

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치.

【청구항 23】

제17항 또는 제18항에 있어서,

상기 미세 심볼 동기 추정기는,

상기 하향링크 신호를 푸리에 변환하여 얻은 주파수 영역 신호와, 상기 셀 정보 저장기로부터 수신되는 상기 추정된 셀의 파일럿 심볼 패턴과 파일럿 부반송파 위치 집합에 대해 상호 상관을 수행하는 상관기;

상기 상관기에 의해 상호 상관된 값에 대해 역푸리에 변환을 수행하는 역푸리에 변환기; 및

상기 역푸리에 변환기의 출력이 최대값을 갖는 지점을 구하여 미세 심볼 동기를 추정하는 비교기

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치.

【청구항 24】

제17항 또는 제18항에 있어서,

상기 미세 주파수 동기 추정기는,

상기 하향링크 신호를 푸리에 변환하여 주파수 영역 신호를 출력하는 푸리에 변환기;

상기 푸리에 변환기에서 출력되는 주파수 영역 신호를 한 심볼 지연시키는 지연기;

상기 셀 정보 저장기로부터 수신되는 상기 추정된 셀의 파일럿 부반송파 위치 집합에 대해, 상기 지연기에서 지연된 신호와 상기 푸리에 변환기에서 출력되는 주파수 영역 신호의 상호 상관을 수행하는 상관기; 및

상기 상관기에 의해 상호 상관된 값의 위상값을 이용하여 미세 주파수 동기를 추정하는 위상 추정기

를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치.

【청구항 25】

제15항 또는 제16항에 있어서,

상기 추적기는,

상기 셀마다 고유하게 할당된 파일럿 부반송파 위치 집합을 이용해서 셀 추적을 수행하는 셀 추적기;

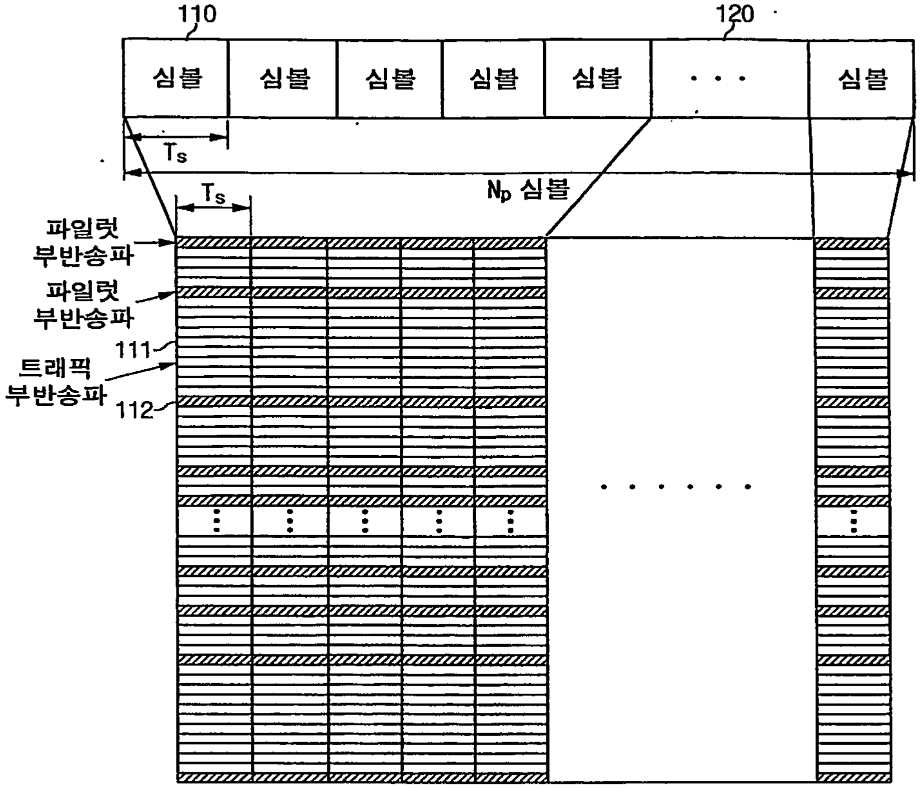
수신되는 파일럿 부반송파와 미리 알고 있는 파일럿 부반송파 사이의 상호 상관을 역푸리에 변환하여 최대값의 위치를 추정하는 미세 심볼 동기 추적기; 및

상기 하향링크 신호를 푸리에 변환하여 얻은 주파수 영역 신호의 파일럿 부반송파 사이의 위상차를 이용하여 미세 주파수 추적을 수행하는 미세 주파수 동기 추적기

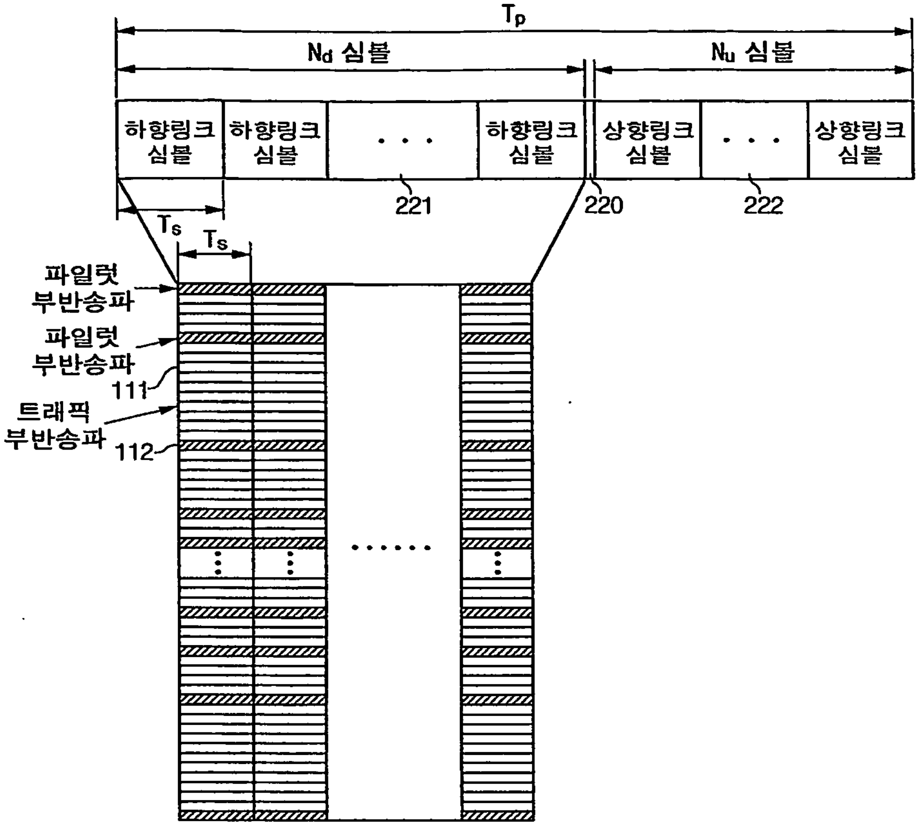
를 포함하는 이동통신시스템에서의 하향링크 신호 동기화 장치.

【도면】

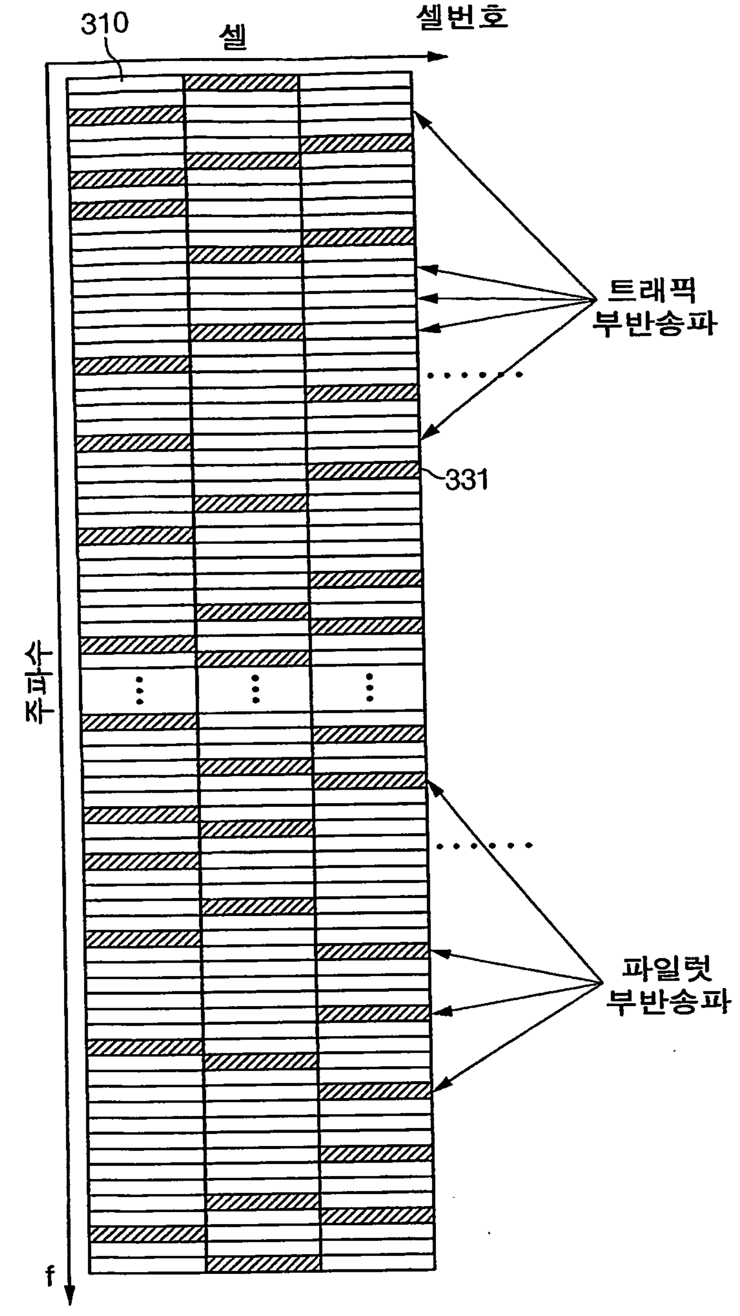
【도 1】


110
120
심볼
심볼
심볼
심볼
심볼
· · ·
심볼
T_s
N_p 심볼
T_s
파일럿 부반송파
파일럿 부반송파
111
트래픽 부반송파
112

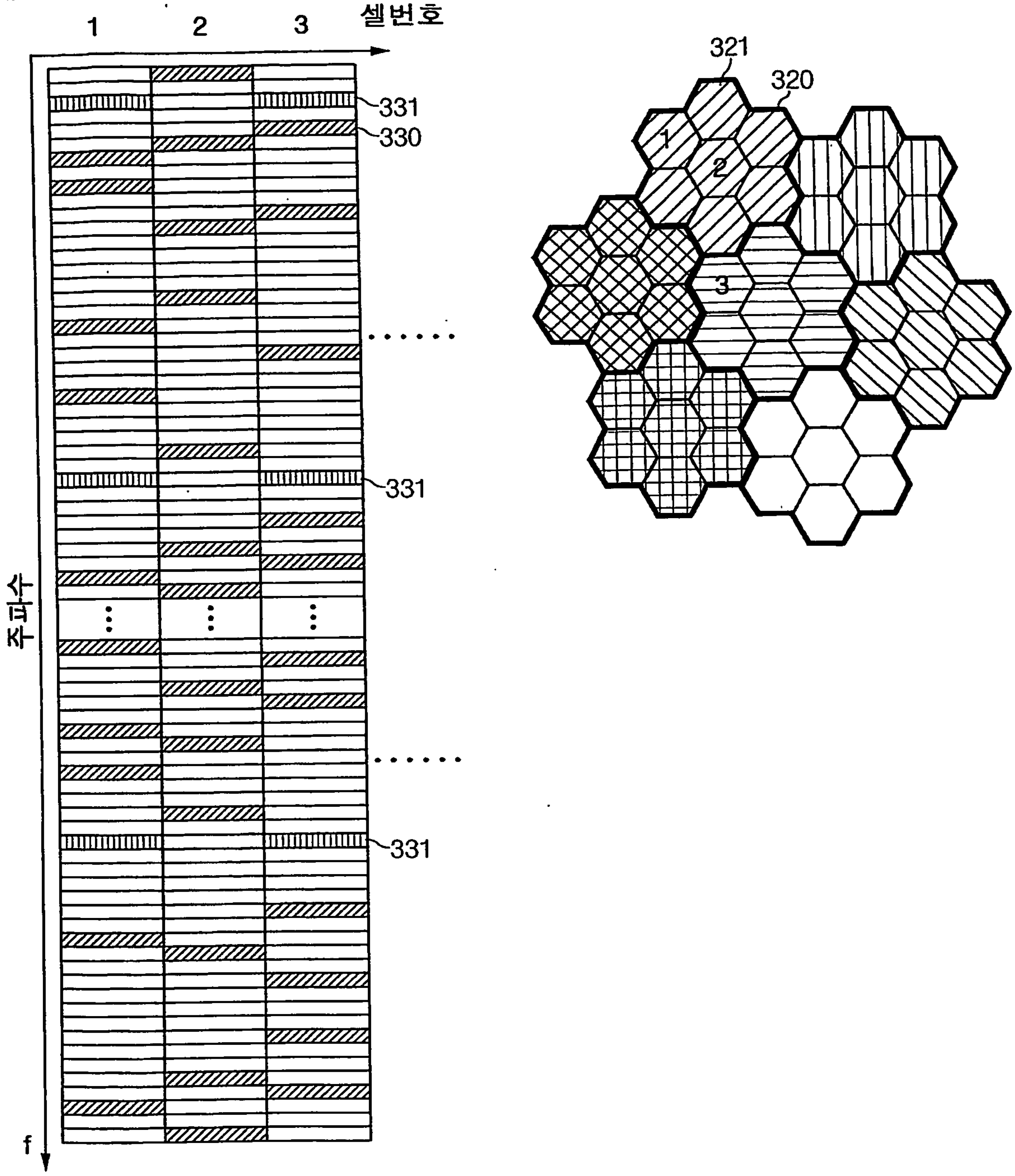
【도 2】


Tp
Nd 심볼
Nu 심볼
하향링크 심볼
하향링크 심볼
하향링크 심볼
상향링크 심볼
상향링크 심볼
221
220
222
Ts
Ts
파일럿 부반송파
파일럿 부반송파
111
트래픽 부반송파
112

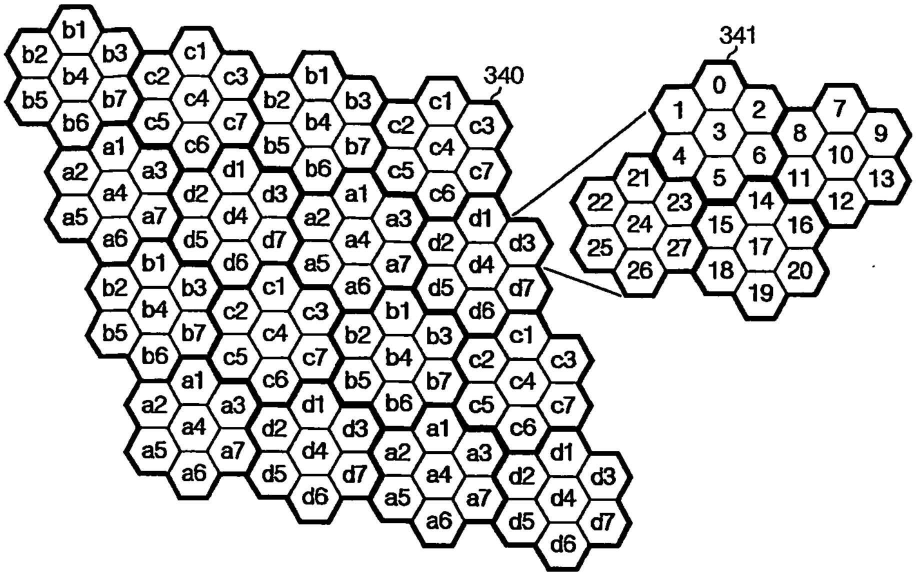
【도 3a】



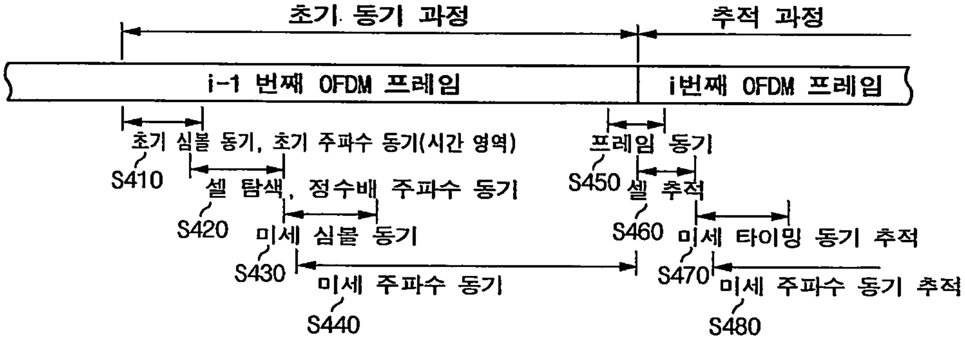
【도 3b】



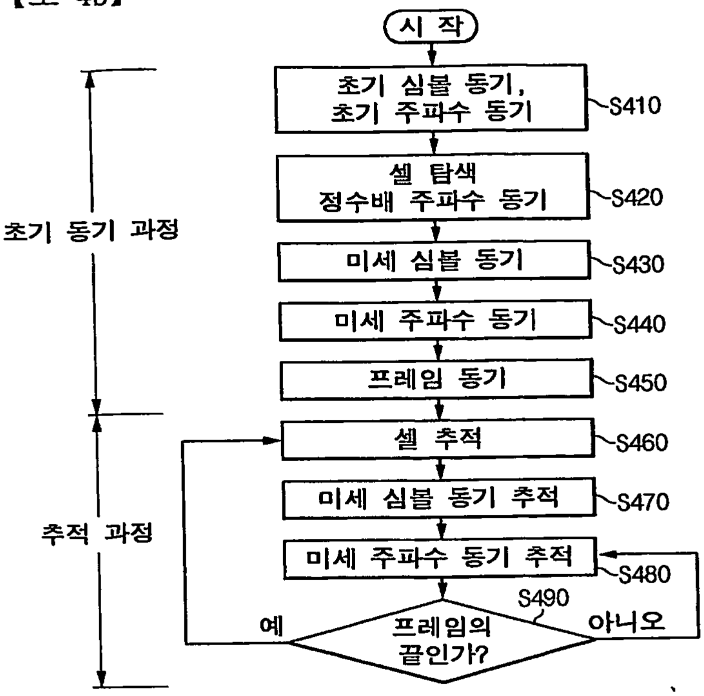
【도 3c】


340
341

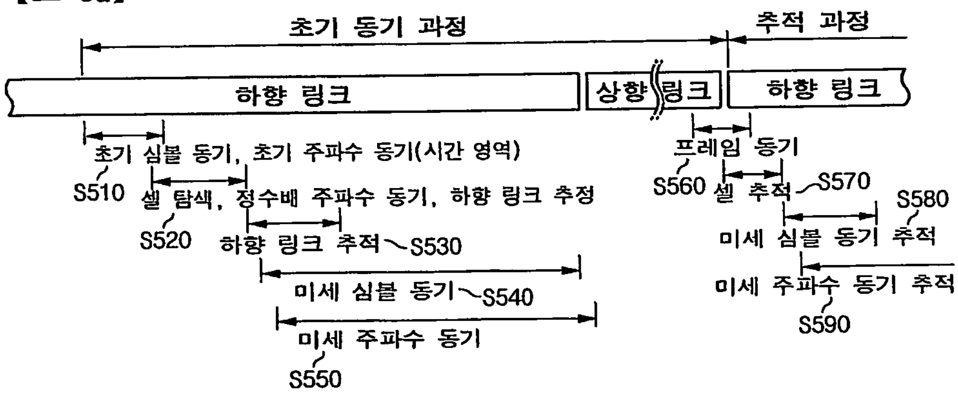
【도 4a】


초기 동기 과정
추적 과정
i-1 번째 OFDM 프레임
i번째 OFDM 프레임
초기 심볼 동기, 초기 주파수 동기(시간 영역)
S410
셀 탐색, 정수배 주파수 동기
S420
미세 심볼 동기
S430
미세 주파수 동기
S440
프레임 동기
S450
셀 추적
S460
미세 타이밍 동기 추적
S470
미세 주파수 동기 추적
S480

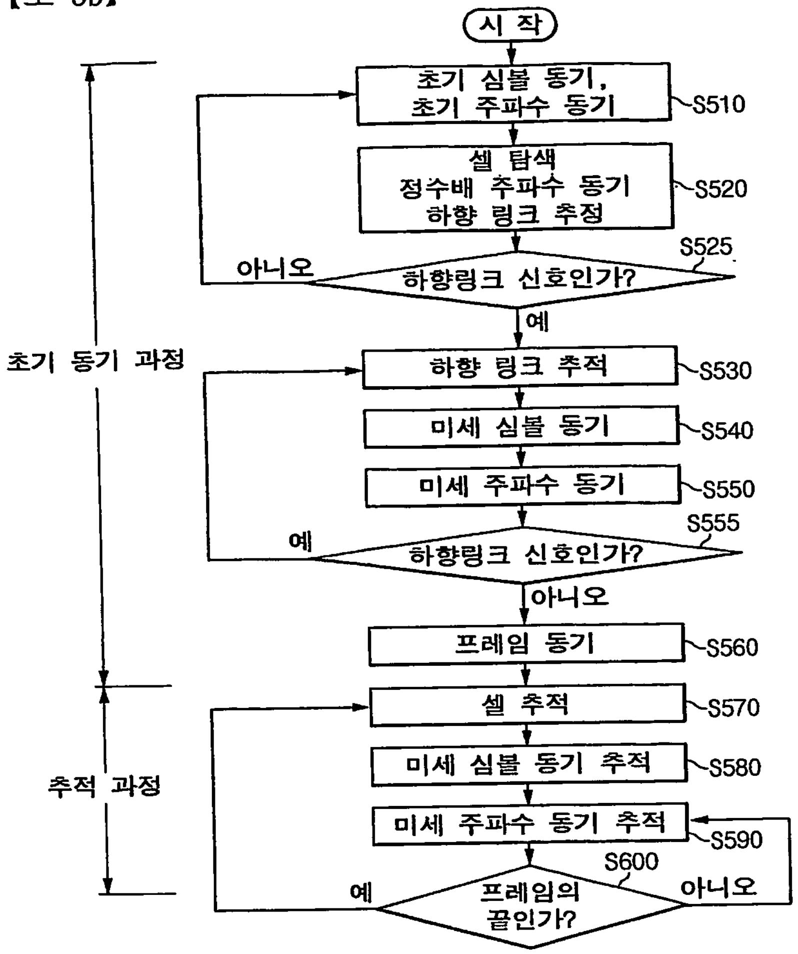
【도 4b】


시 작
초기 심볼 동기,
초기 주파수 동기
S410
셀 탐색
정수배 주파수 동기
S420
미세 심볼 동기
S430
미세 주파수 동기
S440
프레임 동기
S450
셀 추적
S460
미세 심볼 동기 추적
S470
미세 주파수 동기 추적
S480
S490
프레임의
끝인가?
예
아니오
초기 동기 과정
추적 과정

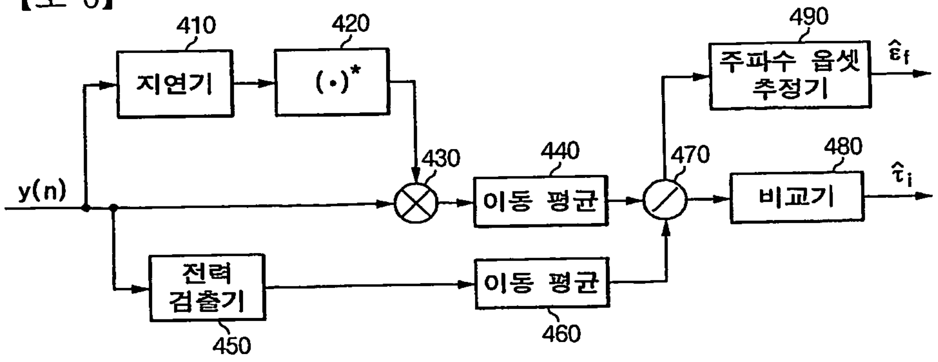
【도 5a】


초기 동기 과정
추적 과정
하향 링크
상향 링크
하향 링크
초기 심볼 동기, 초기 주파수 동기(시간 영역)
S510
셀 탐색, 정수배 주파수 동기, 하향 링크 추정
S520
하향 링크 추적
S530
미세 심볼 동기
S540
미세 주파수 동기
S550
프레임 동기
S560
셀 추적
S570
S580
미세 심볼 동기 추적
미세 주파수 동기 추적
S590

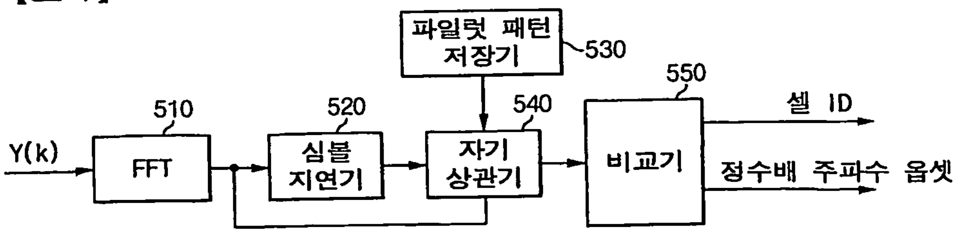
【도 5b】


시 작
초기 심볼 동기,
초기 주파수 동기
S510
셀 탐색
정수배 주파수 동기
하향 링크 추정
S520
S525
아니오
하향링크 신호인가?
예
초기 동기 과정
하향 링크 추적
S530
미세 심볼 동기
S540
미세 주파수 동기
S550
S555
예
하향링크 신호인가?
아니오
프레임 동기
S560
셀 추적
S570
추적 과정
미세 심볼 동기 추적
S580
미세 주파수 동기 추적
S590
S600
예
프레임의
끝인가?
아니오

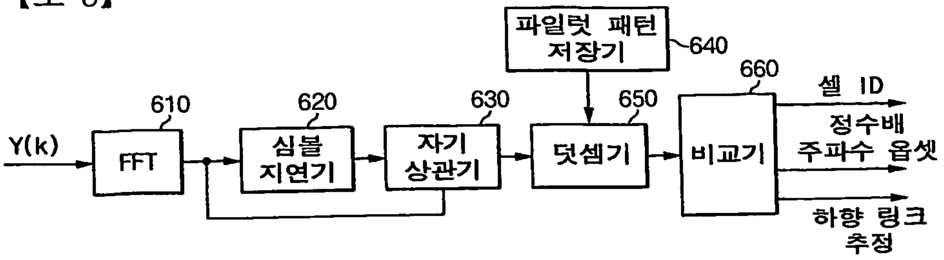
【도 6】


410
지연기
420
(·)*
490
주파수 옵셋
추정기
$\hat{\varepsilon}_f$
430
440
470
480
y(n)
이동 평균
비교기
$\hat{\varepsilon}_i$
전력
검출기
450
이동 평균
460

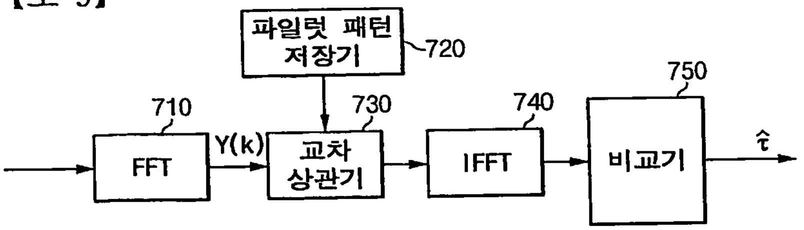
【도 7】


파일럿 패턴
저장기
530
550
510
520
540
셀 ID
Y(k)
FFT
심볼
지연기
자기
상관기
비교기
정수배 주파수 옵셋

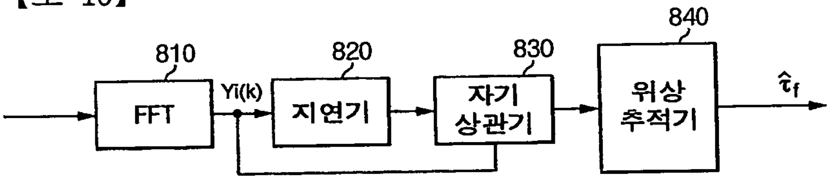
【도 8】



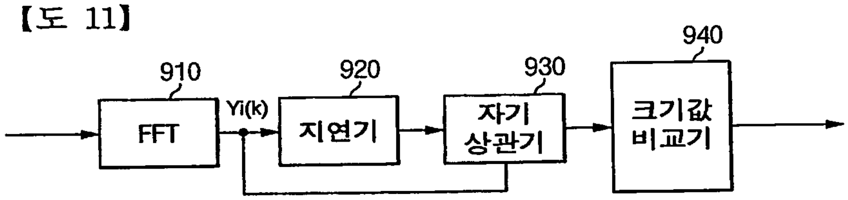
【도 9】



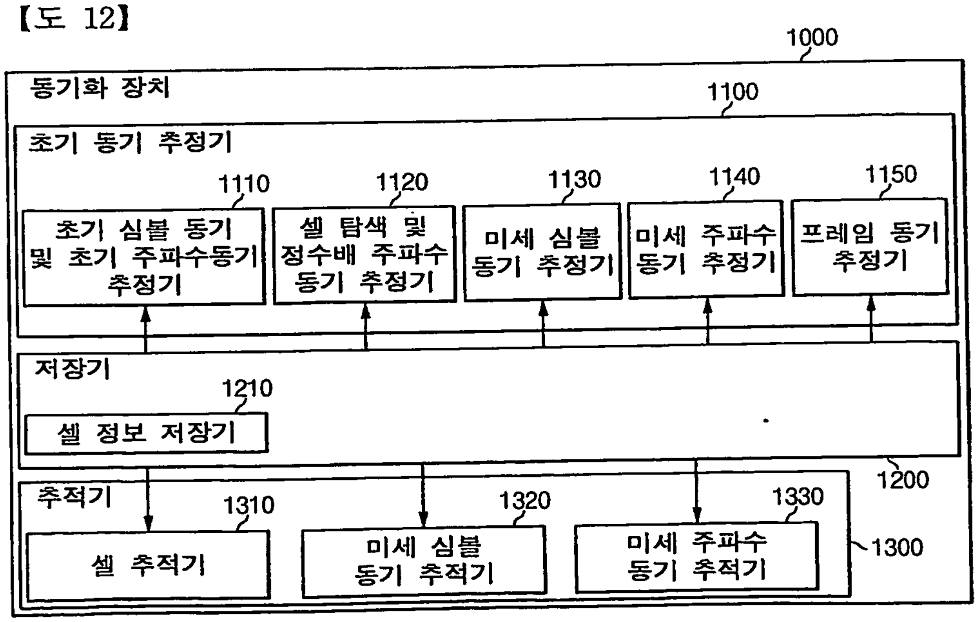
【도 10】



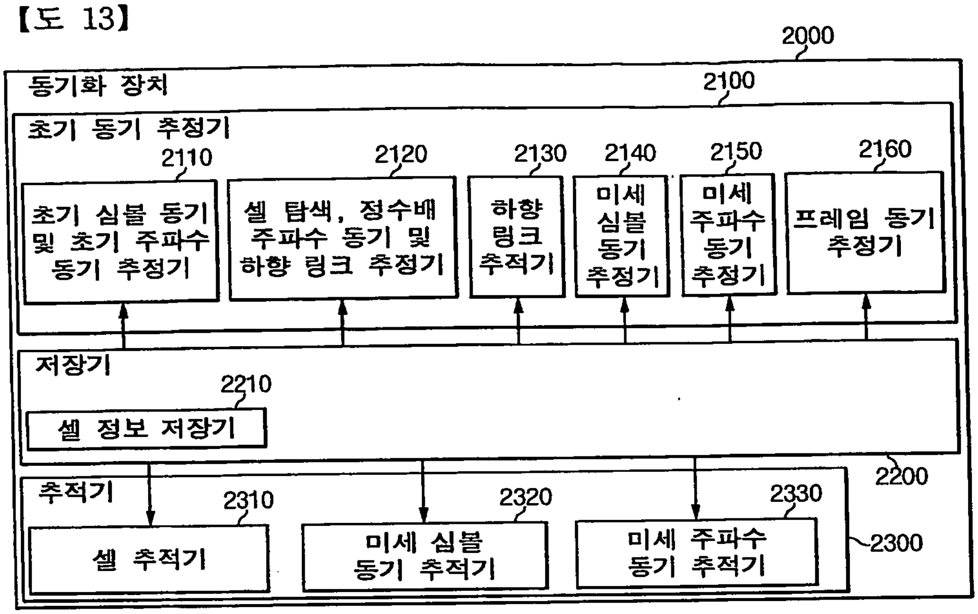
【도 11】



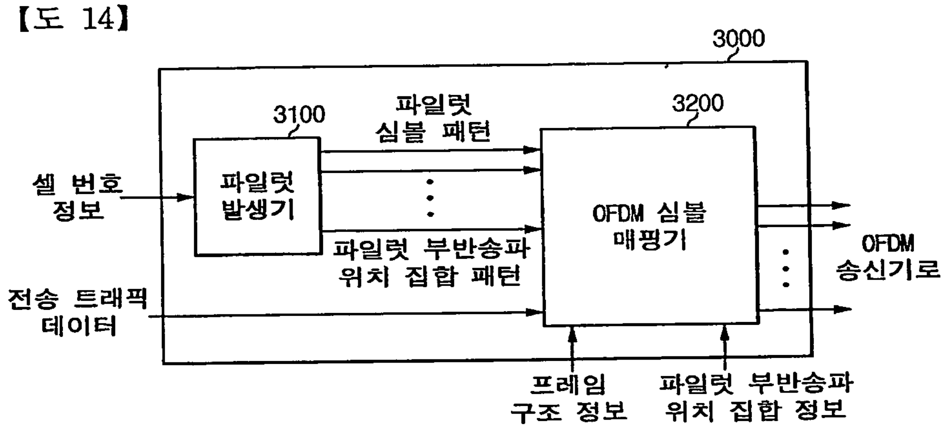
【도 12】



【도 13】


2000
동기화 장치
2100
초기 동기 추정기
2110
초기 심볼 동기 및 초기 주파수 동기 추정기
2120
셀 탐색, 정수배 주파수 동기 및 하향 링크 추정기
2130
하향 링크 추적기
2140
미세 심볼 동기 추정기
2150
미세 주파수 동기 추정기
2160
프레임 동기 추정기
저장기
2210
셀 정보 저장기
2200
추적기
2310
셀 추적기
2320
미세 심볼 동기 추적기
2330
미세 주파수 동기 추적기
2300

【도 14】


3000
3100
파일럿 심볼 패턴
3200
셀 번호 정보
파일럿 발생기
OFDM 심볼 매핑기
파일럿 부반송파 위치 집합 패턴
OFDM 송신기로
전송 트래픽 데이터
프레임 구조 정보
파일럿 부반송파 위치 집합 정보

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☑ BLACK BORDERS
- ☑ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☑ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☑ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☑ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: ______________________

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.